# Allgemeine Bauzeitung

## mit Abbildungen.

Gegründet

von

**Prof. Ch. Fr. Ludwig Ritter von Förster,**

redigirt und herausgegeben

von

**Heinrich und Emil Ritter von Förster,**

Architekten.

**Dreißigster Jahrgang.**

Mit einem Atlas von 60 Blättern in Folio- und Halbfolioformat, mit 43 dem Texte beigefügten Abbildungen in Folio- und Quartformat und mit 17 Holzschnitten.

Als Beilagen: Das Literatur- und Anzeigeblatt für das Baufach, Band VII von Nr. 1 bis 22, und das Notizblatt, Band V von Nr. 1 bis Nr. 22.

**Wien.**

Expedition der Allgemeinen Bauzeitung

**1865.**

Digitized by Google

Digitized by Google

# Inhalts-Verzeichniß

## der Allgemeinen Bauzeitung vom Jahre 1865.

Anmerkung. Die mit L. und N. bezeichneten Zahlen beziehen sich auf das Literatur- und Notizblatt; alle übrigen Zahlen betreffen das Hauptblatt.


| Titel. | Nummer und Seite der beigelegten od. beigedruckten Abbildungen. | Seite |
|---|---|---|
| **I. Monumentale Werke des Hochbaues, öffentliche Gebäude und Anlagen, Stadtpläne, Organisation wissenschaftlicher, technischer, Kunstbildungs- und Wohlthätigkeitsanstalten, Wohn-, Fabriks- und Oekonomiegebäude, so wie Gartenanlagen.** | | |
| Die Villa Kratzer nächst der hohen Warte in Unterdöbling bei Wien, von Theophil Hansen | **695—698** | 1 |
| Situationsplan vom Stadttheil Hamburgs vor dem Brande 1812 und nach demselben | **699** | 20 |
| Das k. k. Artillerie-Arsenal zu Wien, von v. d. Null, v. Siccardsburg, Hansen, v. Förster und Rösner | **706—727** | |
| Vestibule im Hause des Herrn Zinner in Wien, von Ramano und Schwendenwein | **738** | Die Texte zu diesen Blättern folgen im künftigen Jahrg. mit einem allgem. Berichte über die Erweiterung der innern Stadt Wien. |
| Erzherzogl. Albrecht'sche Baugruppe auf dem Stadterweiterungsterrain vor dem ehemaligen Kärnthnerthore in Wien | **743—744** | |
| Erzherzogl. Albrecht'scher Stallhof in Wien, von Hefft | **739** | |
| Wohnhaus des Herrn Dreher in Wien, von Ehmann | **740** | |
| Wohnhaus des Herrn Heinisch in der Operngasse in Wien, von Fellner | **741** | |
| Die Dampfmaschinenhäuser zu Cruqius und Lijnden am Harlemmer Meer | **749—750** S. 263 u. 285 | |
| Das Dampfmaschinengebäude zu Sparendam das. | nach S. 256 | 255 |
| Das Gebäude für die Maschine Leeghwater „ | S. 269 | 264 |
| Das Dampfmaschinengebäude zu Halfwege „ | S. 295 u. 297 | 294 |
| „ „ „ Gauda „ | S. 311 u. 313 | |
| **II. Brückenbauten.** | | |
| Die Reesendammbrücke über die Alster in Hamburg | **700—701** | 30—31 |
| Brücke über die Marne auf der Eisenbahn nach Châlons | **728** | 39—40 |
| „ „ den Seitenkanal der Marne das. | **728—729** | 40 |
| „ „ den Einschnitt von Juvigny das. | **729** | 40 |
| Die neuen eisernen Brücken über die Seine bei Billancourt, von Legrand | **730—731** u. S. 91 | 86—95 |
| Die Wiederherstellung des Pont-du-Gard bei Nimes, von Laisné. | S. 101 | 98—99 |
| Bemerkungen über schiefe Durchlässe mit Flügelmauern | S. 215 u. 217 | 208—220 |
| Eiserne Krahnbrücke | N. S. 449 | N. 446 |
| Landungsbrücke zu Makassar auf der Insel Celebes | **751** | 325—337 |
| Schiefe Brücke über den Ornain bei Bar-le-Duc auf der Eisenbahn von Paris nach Straßburg | **752** | |


Digitized by Google

| Titel. | Nummer und Seite der beigelegten od. beigedruckten Abbildungen. | Seite |
|---|---|---|
| **III. Straßenbauten.** | | |
| Das zellige Eisen zur Pflasterung der Straßen in den Städten, von des Granges . | N. S. 423 | N. 422—424 |
| **IV. Eisenbahnen und Bestandtheile derselben. Telegraphen.** | | |
| Ueber die Höherlegung der äußern Schiene in den Curven der Eisenbahnen . . . | S. 18 | 18—19 |
| Die in 65 Tagen erbaute Zweigeisenbahn nach dem Lager von Châlons in Frankreich von Vuigner . . . . . | **728** u. **729** S. 41 | 38—40 |
| Baulichkeiten unter einer im Betrieb stehenden Eisenbahn . . . . . | nach S. 66 | 64—66 |
| **V. Wasserbauten.** | | |
| Die öffentlichen Wasserbauwerke in Hamburg, von Maack . . . . . | **699—705** S. 23 | 20—37 |
| Das Alsterschleusenwerk daselbst . . . . . | **700, 702—704** | 31—35 |
| Die Reesendammquaimauer nebst Landungstreppe daselbst . . . . . | **700** u. **705** | 35—36 |
| Die Alsterarcadenvorsetzer nebst Treppe . . . . . | **700** u. **705** | 36—37 |
| Errichtung eines Seezeichens auf der Klippe Canonnier-du-Sud am Eingange des Hafens Ciotat im Departement der Rhonemündungen . . . . . | S. 135 | 134—135 |
| Die Wasserleitungen von Marly und Versailles, von Valles . . . . . | **732—734** S. 147 | 136—179 |
| Bemerkungen auf einer Reise durch Holstein in der Richtung des entworfenen Kanals zur Verbindung der Nordsee mit der Ostsee, von Conrad . . . . . | N. S. 441 u. 443 | N. 425—454 |
| Ueber Flußschifffahrt, insbesondere die Kettenschifffahrt . . . . . | **745** | 193—199 |
| Notiz über die Anlage und den Gang zweier Heber zur Wasserbeförderung . . . | S. 209 | 206—208 |
| Schutzbauten an den Ufern der Ill, von Jung . . . . . | S. 229 | 227—228 |
| Die Austrocknung des Haelemmer Meeres, von Gevers d'Endegeest . . . . | **746—750** S. 256, 269, 283, 285, 295, 297, 311, 313 | 238—325 |
| **VI. Einzelne Bautheile, Baumaterialien, Constructionen, Hülfsmittel bei Bauführungen, geodätischen und künstlerischen Arbeiten, Kostenangaben und Kostenberechnungen, Schutz und Reparatur der Bauwerke.** | | |
| Der agglomerirte Beton nach dem Verfahren des Herrn Coignet in Paris . . . | . . . . . | 1—4 |
| Neues Verbindungssystem, von Jouedain und Teulère . . . . . | S. 5 | 4 |
| Eindeckung der Dächer mit Schiefer . . . . . | S. 7 | 9—10 |
| Hydroplastischer Stein, von Lebrun . . . . . | . . . . . | N. 409—411 |
| Wasserdichter Cement zum Abhalten der Feuchtigkeit in den Wohnungen . . . . | . . . . . | N. 411 |
| Neuer Anstrich auf Metall . . . . . | . . . . . | N. 411 |
| Anholen und Ziehen der Schiffe auf den Kanälen mittels eines Drahttaues und einer kleinen Eisenbahn, von Dickhoff . . . . . | . . . . . | N. 411—412 |
| Feuerlöschen mit Ammoniakdämpfen . . . . . | . . . . . | N. 412 |
| Bericht des Comités des österr. Architecten- und Ingenieurvereins zur Feststellung von Typen für gewalzte Eisenträger und deren Anwendung im Baufache . . . | N. S. 429 | N. 417 |
| Das zellige Eisen zur Pflasterung der Straßen in den Städten, von des Granges. | N. S. 423 | N. 422—424 |
| Die Wiederherstellung des Pont-du-Gard bei Nimes, von Laisné. . . . . | S. 101 | 98—99 |
| Der Dachstuhl des Glockenthurmes der Kirche von Massy, von Boeswilwald. . | S. 103 | 99 |
| Eiserner Dachstuhl über einem der Eingangsthürme des Schlosses Pierrefonds . . . | S. 105 | 100 |


Digitized by Google

| Titel. | Nummer und Seite der beigelegten od. beigedruckten Abbildungen. | Seite |
|---|---|---|
| Ueber die Construction der Blitzableiter, von Viollet-le-Duc | S. 115 | 104—119 |
| Neues Verbindungssystem für Holzconstructionen | S. 121 | 119—120 |
| Heberförmiger Gußstein und Abtrittscloset, von Vignaulle | S. 123 | 120—125 |
| Zimmeröfen mit Luftkasten und senkrechten Rauchzügen, von Herrmann | S. 129 | 126—132 |
| Oefen zur Fabrication chemischer Producte in Belgien | 735—737 S. 189 | 180—192 |
| Ueber die Verbindung eiserner Träger, von Beringer | S. 203 | 199—202 |
| Bemerkungen über schiefe Durchlässe mit Flügelmauern | S. 215 u. 217 | 208—220 |
| Ueber Straßenabzugskanäle in Bezug auf die öffentliche Gesundheit ꝛc. | S. 223 | 220—226 |
| Bewegliche Pissoirs | S. 189 | 226 |
| Ueber die Gerüste bei dem Versetzen und dem Transport großer Steine und Obelisken | S. 231 | 228—235 |
| Unzerstörbarer Anstrich | | 235—236 |
| Vervollkommnung der Mittel und Methoden zum Trocknen des Malzes, des Getreides oder der Wurzeln | 753 | 331—332 |
| Vervollkommnung von Heizapparaten, von Staib in Genf | 754 | 333—334 |
| Ein neuer Küchenofen, von Jamin in Paris | 754 | 334—335 |
| Ofen zum Gipsbrennen und zum Wiederbrennen alter Gipsbrocken, von Dumesnil in Crécy | 754 | 335 |
| **VII. Maschinen und Bestandtheile derselben; Instrumente und Apparate bei Bauführungen, beim Eisenbahnbetrieb und bei verschiedenen Industriezweigen.** | | |
| Notiz über einen elektrischen Wasserstandszeiger im Innern von Werken, welche durch Wasserkraft in Betrieb gesetzt werden | S. 21 | 19—20 |
| Neuer hydraulischer Apparat zum Heben der Baumaterialien, von Edoux | S. 96 | 95—98 |
| Notiz über eine neue Maschine zum Ausschöpfen des Wassers | nach S. 134 | 132—133 |
| Die neuen Maschinen der Wasserleitung von Marly | 733—734 | 136—179 |
| Schleppdampfschiff, von Diey | 745 | 195—198 |
| Der Flexometer | S. 205 | 205—206 |
| Notiz über die Anlage und den Gang zweier Heber zur Wasserbeförderung | S. 209 | 206 |
| Apparat zum Einlaugen der Wäsche, der Leinen- und Baumwollenstoffe ꝛc. | 753 | 329—331 |
| Apparate zum Wassermessen | nach S. 340 | 336—340 |
| **VIII. Decorationen.** | | |
| Wanddecorationen in der Villa Kratzer | 598 | |
| Decorationen der Gewehrstellagen im Waffenmuseum des k. k. Artilleriearsenals in Wien | 708—709 | |
| „ im Waffenmuseum daselbst | 706—707 | |
| „ des Vestibule im Hause des Herrn Zinner in Wien | 738 | |
| „ „ „ im Hause des Herrn Heinisch, von J. Fellner | 742 | |
| **IX. Ueber verschiedene Gegenstände.** | | |
| Bewegliche Pissoirs | S. 189 | 226 |
| Der Torf, chemische Natur, Fundorte und Gewinnung des Torfes | | N. 455 |
| Apparate zum Einlaugen der Wäsche, der Leinen- und Baumwollenstoffe ꝛc. | 753 | 329—331 |
| Vervollkommnung der Mittel und Methoden zum Trocknen des Malzes, des Getreides oder der Wurzeln | 753 | 331—332 |


Digitized by Google

| Titel. | Nummer und Seite der beigelegten od. beigedruckten Abbildungen. | Seite |
|---|---|---|
| **X. Wissenschaftliche, ästhetische und technische Abhandlungen, Untersuchungen und Berechnungen, Versuche ꝛc.** | | |
| Untersuchung über die Bestimmung des Verhältnisses, welches zwischen den gefährlichen Querschnitten der Gürtungen und den 45° geneigten Stäben eines Gitterbalkens besteht, von Preu | | 10—17 |
| Versuch über die Mittel den schädlichen Wirkungen des Rauches vorzubeugen, von Ch. W. Williams | L. nach S. 306 | L. 255—277, 283—307 |
| Theoretische und experimentale Abhandlung über eiserne Brücken mit vorzugsweiser Anwendung auf den Bau von Militairbrücken, von Noffiaen | nach S. 62 | 43—64 |
| Theoretische und praktische Untersuchungen über den hydraulischen Kalkmörtel, von Robertson | | 67—86 |
| Bericht des Comités (des österr. Architekten- und Ingenieurvereins) zur Feststellung von Typen für gewalzte Eisenträger und deren Anwendung im Baufache | N. S. 430 | 417—421 |
| Berechnungen der verschiedenen Bestandtheile der eisernen Brücken von Billancourt, von Legrand | | 86—95 |
| Ueber die Construction der Blitzableiter, von Viollet-le-Duc | S. 115 | 107—119 |
| Ueber Straßenabzugskanäle in Bezug auf die öffentliche Gesundheit und über die Mittel zur Verhütung der Ausdünstung derselben | S. 223 | 220—226 |
| **XI. Allgemeine Monumentalkunde und Archäologie, Geschichte der Kunst und der verschiedenen Zweige des Bauwesens.** | | |
| Das Museum in Cairo | | N. 405—409 |
| Das Christenthum und die christlichen Kirchen in China und der östlichen Tatarei vor dem 17. Jahrhundert | | N. 413—416 |
| Uebersicht der französischen Baukunst vom 11. bis 16. Jahrhundert, von Viollet-le-Duc | | L. 309 |
| **XII. Biographien und Nachrichten von Künstlern.** | | |
| **XIII. Gesetze, Verordnungen, Dienstorganisation, Controle des Bauwesens, Verträge u. s. w.** | | |
| **XIV. Literarische Erscheinungen für das gesammte Bauwesen.** | | |
| Praktische Darstellung des Ziegelverbandes, von C. v. Brand | | L. 277 |
| Praktische Anleitung zum Gebrauche des Wasserglases, von Crenzburg | | L. 278 |
| Handbuch zur Beurtheilung und Anfertigung von Bauanschlägen, von C. Schwatlo | | L. 278 |
| Handbuch des bürgerlichen und ländlichen Hauswesens, von Scheffers | | L. 279 |
| Gewerbehalle, von J. Schnorr | | L. 279 |
| Architektonische Reiseskizzen, von Ewerbeck | | L. 280 |
| Mittelalterliche Baudenkmale in Churhessen | | L. 280 |
| Ornamente für äußern und innern Ausbau von Gebäuden, von Schwatlo | | L. 280 |
| Vorträge über Ingenieur-Wissenschaften, von v. Kaven | | L. 280—282 |


Digitized by Google

| Titel. | Nummer und Seite der beigelegten od. beigedruckten Abbildungen. | Seite |
|---|---|---|
| Die Balkenbrücken von Schmiedeisen, von Lentz . . . . . | . . . . . | S. 282 |
| Anleitung zum Wasserbau, von Chiolich-Löwensberg . . . . . | . . . . . | S. 282 |
| Das Traciren von Eisenbahnen, von Heyne . . . . . | . . . . . | S. 183 |
| Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI. au XVI. siècle, par Viollet-le-Duc . . . . . | . . . . . | S. 309 |
| **XV. Oeffentliche Feste und Ausstellungen.** | | |
| **XVI. Anzeigen, Bemerkungen, Fragen, Nachrichten und Notizen das Baufach betreffend.** | | |


Druck von Waldheim & Förster.

Digitized by Google

Digitized by Google

# Die Villa Kratzer nächst der hohen Warte in Unterdöbling bei Wien.

Architekt Theophilos Hansen.

(Mit Abbildungen auf Blatt 693 bis 698.)

Jedermann, der die nächsten Umgebungen von Wien kennt, wird über das herrliche Panorama erfreut sein, das sich auf der hohen Warte in Döbling vor dem Beschauer über die Donau, die Stadt Wien und ihre von dem lieblichen Kahlengebirge begrenzten Umgebung entfaltet. An dieser Stelle nun besitzt Frau Anna von Kratzer neben der Restauration „die hohe Warte" ein Grundstück, das die Eigenthümerin zum Bau einer Villa bestimmte, und es wurde mir das Vergnügen zu Theil, die bezüglichen Pläne zu entwerfen und den Bau auszuführen. Ich wählte für die Lage des Gebäudes im Gegensatze von andern Vorschlägen, nach welchen dasselbe auf den tiefsten Punkt des Grundstückes angelegt worden wäre, den höchsten Punkt des Terrains, um die Aussicht noch unbeschränkter genießen und die bei der örtlichen Beschaffenheit sich darbietende Gelegenheit zur Anlage von Terrassen mit Futtermauern zur pittoreskern Gruppirung der Villa und namentlich die letztern zum Eingang in die Kellerlocalitäten benutzen zu können.

Nach dem Willen der Bauherrin war das Gebäude für die Wohnung zweier Familien einzurichten und durch Benutzung der Dachräume sollte für mehrere Gastzimmer vorgesorgt werden. Wie aus den Grundrissen hervorgeht, enthält das Erdgeschoß außer dem Vorhause sieben geräumige Wohn- und ein Bedientenzimmer. Vor dem Salon an der Südseite der Villa liegt eine Vorhalle mit drei Arcaden, von der aus man die Aussicht über den Garten und über die ganze Stadt Wien genießt; das Speisezimmer liegt an der Ostseite und hat eine Veranda mit der anmuthigsten Aussicht über die Donau und das Marchfeld; die Kinderzimmer wurden an die Westseite gelegt und stehen durch einen Corridor mit den übrigen Räumen in Verbindung; Küche, Waschküche, Dienstmädchenzimmer, Vorrathskeller und Badezimmer sind im Souterrain angeordnet worden.

Im ersten Stock ist eine aus sechs Zimmern, Küche und Dienstbotenzimmer bestehende Wohnung, welche von der untern Wohnung ganz abgesondert ist und zu der man über die im Thurme angebrachte, von außen zugängliche Treppe gelangt. Ueber dem Bedientenzimmer im Erdgeschoß führt eine eiserne Stiege zum Dachbodenraume und zu einem Zimmer im Thurme über der Treppe, so wie zu einem gegen den Garten gelegenen Gastzimmer; alle übrigen Räume des Dachbodens werden zur Aufbewahrung verschiedener Gegenstände benutzt.

Ich hatte die Befriedigung, in der Bauherrin eine mit vielem Kunstsinn begabte Dame zu finden, und dieser Umstand so wie die unübertreffliche Lage machten es möglich, diese Anlage zu einem der angenehmsten Wohnsitze in der Nähe der Hauptstadt zu machen.

---

# Der agglomerirte Beton nach dem Verfahren des Hrn. Coignet in Paris *).

Den agglomerirten Beton, wie ihn der Civilingenieur und Manufacturist Coignet nennt, erzeugt man als eine sehr feste plastische Masse oder als teigartiges Pulver, das man in dünnen Schichten in hölzerne Formen gießt und es dann durch Stöße von einem harten und schweren Körper einem kräftigen Drucke aussetzt. Die Formen sind aus beweglichen Wänden gebildet, die mittels äußerer eiserner Stangen, deren Enden mit Schrauben und Schraubenmuttern versehen sind, miteinander verbunden werden. Jede Form wird nach ihrem Füllen auseinandergenommen und an einer andern Stelle wieder zusammengesetzt, denn der auf diese Weise angefertigte Beton ist so fest, daß er die angenommene Form beibehält. Nach Verlauf einer gewissen

*) Vergl. Band V des Notizblattes der Allgemeinen Bauzeitung S. 239.



Digitized by Google

Zeit, je nach der Temperatur von einem bis zu drei Tagen, hat die Maſſe die Feſtigkeit des Steins angenommen und iſt im Stande allen Witterungseinflüſſen Trotz zu bieten. Die Widerſtandsfähigkeit dieſes Betons gegen das Herausreißen beträgt je nach ſeiner Compoſition mindeſtens 10 bis 20 Kilogr. pro Quadratcentimeter; die rückwirkende Feſtigkeit kann nach den officiellen Verſuchen, welche im Pariſer Conſervatoire des Arts et Metiers gemacht wurden, mehr als 500 Kilogr. pro Centimeter erreichen.

Dieſe Widerſtandsfähigkeit, welche viel größer iſt als bei den gewöhnlichen Betons, hat ihre Urſache in den eigenthümlichen Fabricationsweiſen, bei denen die Verhältniſſe des Waſſers und des Kalks, welche in der Regel nothwendig ſind, um auf praktiſche Art die Miſchung der den Beton bildenden Maſſen zu bewirken, weſentlich reducirt werden. In der That haben die jetzigen Methoden bei dem Zerſtoßen des Betons die Folge, daß eine viel größere Waſſermenge verwendet wird als zur Sättigung des Kalkes wirklich nothwendig wäre, und da dieſe größere Waſſermenge von dem letztern nicht abſorbirt werden kann, ſo ſetzt ſie ſich zwiſchen die Molecüle des Betons, macht ihn unpreßbar und veranlaßt durch ihre Verdunſtung leere Räume, die ſich bei Regengüſſen anfüllen und nach und nach die Trennung der Beſtandtheile der Maſſe verurſachen. Außerdem ſind dieſe Methoden von der Art, daß ſie einen größern Gebrauch von Kalk erheiſchen, weil es ſonſt unmöglich wäre, die Miſchung des Kalks und des Sandes auf praktiſche Weiſe zu bewirken. Nun kann aber keine größere Kalkmaſſe im Beton vorhanden ſein, ohne daß der letztere von ſeinen weſentlichen Eigenſchaften verliert, woher es denn auch kommt, daß ein vorher weicher, poröſer und unter der Stampfe nachgebender Beton ſich zuſammenzieht und beim Binden und Trocknen Riſſe erhält.

Bei der Verfertigung ſeines Betons ſtrebt Coignet dahin, der Miſchung gerade nur ſo viel Waſſer mitzutheilen als zur Kryſtalliſation des Kalkes nothwendig iſt; auch wird von dem letztern genau nur diejenige Quantität genommen, welche man zur Ausfüllung der Zwiſchenräume des Sandes gebraucht. Es ſtellt dieſer Ingenieur als Grundſatz auf, daß die Härte eines Betons bei weitem abhängiger von dieſen Reſultaten (welcher Art auch der verwendete Sand und Kalk ſein mögen) ſei als von der mehr oder minder guten Beſchaffenheit dieſes Sandes oder dieſes Kalkes. Nach ſeiner Anſicht darf das anfängliche Binden des Betons nicht ſowohl den chemiſchen Reactionen ſeiner Elemente als der einfachen moleculären Verbindung, der Kryſtalliſation des Kalkes beigemeſſen werden; er hat die Ueberzeugung gewonnen, daß bei einem gegebenen Kalke die Geſchwindigkeit und die Intenſität des Bindens, die Härte und die Widerſtandsfähigkeit des Betons im Verhältniß zu der Vollkommenheit und der Gleichmäßigkeit ihres Agglomeratszuſtandes ſtehen. Von dieſem Princip ausgehend, hat er die Verhältniſſe ſtudirt, welche in Bezug auf die Miſchung des Kalkes oder Cements, des Waſſers und des Sandes, je nach der Quantität von jedem dieſer Stoffe, beobachtet werden müſſen, und da ihm dieſe jetzt bekannt ſind, ſo erklärt er, nicht bloß von Materialien gewöhnlicher Qualität, ſondern auch von ſehr mittelmäßigen, die man bei der Anfertigung des Betons auf die gewöhnliche Weiſe gar nicht berückſichtigen kann, gutes Mauerwerk herzuſtellen.

Wenn nun angenommen wird, daß der Mangel hinreichender Feſtigkeit der Betons von zu vielem Kalk oder zu vielem Waſſer entſteht, ſo kann man bis zu einem gewiſſen Grade den zu großen Antheil an Kalk vermeiden, was aber mit dem Waſſer weniger der Fall ſein würde, das ſich in dem verwendeten Kalk und Sand unumgänglich befinden muß. Obgleich thatſächlich ſchon eine weſentliche Verminderung dieſes Ueberſchuſſes durch die Reduction der zu den Coignet'ſchen Betons erforderlichen Kalkmenge im Vergleich zu der gewöhnlich angewendeten entſtehen muß, ſo muß man doch immer auf die größere Waſſermenge rechnen, welche einestheils die Folge von der Nothwendigkeit des zweckmäßigen Löſchens des verwendeten Kalkes ſelbſt, und anderntheils der materiellen Unmöglichkeit iſt, den zur Compoſition des Betons erforderlichen Sand in vollkommen trocknem Zuſtande zu erhalten.

Da es alſo ſtreng genommen nicht möglich iſt, daß ſich kein überflüſſiges Waſſer vorfindet, ſo handelte es ſich darum, die Wirkungen dieſes Ueberſchuſſes, ſo klein er auch ſein möge, zu neutraliſiren. Um dies ausführen zu können, nahm Coignet anfänglich zu ſeinen Betons puzzolanartige Stoffe, wie geſtampfte gebrannte Erde, Ziegelmehl, Aſche von Steinkohlen, Torf, Schiefer, natürliche Puzzolane. Da er aber bei dieſen Materialien abſolut keinen andern Zweck hatte als dadurch das Waſſer zu abſorbiren, das ſowohl im Kalk wie im Sande in Ueberfluß vorhanden ſein könnte, ſo iſt er der Anſicht, deren Anwendung nach der Menge der zu abſorbirenden Feuchtigkeit zu regeln; er behauptet ſogar, daß bei gleicher Zubereitung die ſchließliche Härte der Betons um ſo geringer ſein wird als man einen größern Antheil von Puzzolane dazu gethan hat, denn wenn

Digitized by Google

die Puzzolane pulverisirt und zerfallen ist, so absorbirt sie viel Kalk als reinen Verlust und gewährt ihm bei seiner Krystallisation nicht den festen Stützpunkt als der Sand. Da die Puzzolane bloß als absorbirendes Mittel wirkt, so ist es nach Coignet räthlich, sie durch Cemente zu ersetzen, wenn mit dieser Wirkung noch die einer kräftigern Krystallisation des verwendeten Kalkes verbunden werden soll.

So vortheilhaft und selbst nothwendig auch die Anwendung von Kieseln und kleinen Steinen zur Anfertigung des gewöhnlichen Betons ist, so nachtheilig würde sie für die agglomerirten Betons sein. Wenn es in Bezug auf die Quantität des Kalkes, welche zu den erstern genommen werden muß, sowohl ökonomisch als nützlich ist, sie durch das Hinzuthun von Kieseln zu vermehren und gleichzeitig das Schwinden zu vermindern, so findet beim agglomerirten Beton diese ökonomische Rücksicht nicht statt, denn die Kiesel kosten eben so viel als der Teig des Betons, in dessen Volum sich nur ein Zehntheil Kalk befindet, wie es bei den agglomerirten Betons am häufigsten der Fall ist. Auf der andern Seite würde es in Bezug auf die Festigkeit von großem Nachtheil sein, wenn man zu diesem Beton Kiesel verwenden wollte, denn während des Stampfens der aufeinander folgenden Schichten würde der Stoß nur auf den Kiesel wirken, während die Bindemasse demselben beinahe vollständig entgeht und keine Agglomeration derselben stattfinden würde. Um eine vollkommene Agglomeration hervorzubringen, ist es daher unumgänglich nothwendig, daß die zu agglomerirende Betonmasse aus kleinen Materialien von beinahe gleicher Größe und Regelmäßigkeit besteht.

Hält man also den Grundsatz fest, Kalk, Sand und Puzzolane oder Cement miteinander zu stoßen und aus dieser Mischung eine vollkommen homogene Masse zu bilden, in welcher nur so viel als möglich die zur Krystallisation des Kalks und zur Ausfüllung der Zwischenräume des Sandes nothwendige Quantität Wasser und Kalk zugelassen wird, so handelt es sich nur noch um die zweckmäßigsten Apparate zum Zerstoßen dieser beinahe trockenen Materialien. In Paris verwendet man dazu am liebsten die Schlosser'sche Mörtelmaschine, welche von einer Locomobile von acht Pferdekräften bewegt wird und mit der man täglich 80 bis 100 Kubikmeter Beton erzeugen kann.

Das Zerstoßen dieses Betons wird in zwei Operationen bewirkt; bei der ersten schüttet man allen Kalk, alle Puzzolane und bloß einen oder zwei Theile Sand, damit beträchtlich mehr Kalk als Sand vorhanden sei, in den Apparat und befeuchtet vollständig; bei der zweiten Operation mischt man den durch die erste Zerreibung erhaltenen Mörtel mit dem Rest des Sandes. Nach dem zweiten Zerstoßen wird der Mörtel in die Form gebracht und in zwei Centimeter dicken Schichten darin ausgebreitet; jede Schicht wird kräftig und so lange gestampft, bis die Masse unter dem Druck der Stampfe klingend geworden ist.

Ist die Form mit diesem plastischen Beton angefüllt, so wird sie auseinandergenommen und weitergeschafft, um von neuem gefüllt zu werden. Der durch die Form gebildete Block hat eine solche Festigkeit, daß sich seine Form nicht verändert und ein sehr beträchtliches Gewicht zu tragen im Stande ist. Die Bindekraft der Materialien dieses Betons ist sehr intensiv und so bedeutend, daß man im Freien über jedem am vorhergehenden Tage geformten Theil jeden Tag eine Mauer von einem Meter Höhe aufführen kann.

Mit einem Worte, die von Coignet angewendeten Methoden bei der Fabrication seiner Betons unterscheiden sich von den gewöhnlichen Methoden darin:

1. daß sie eine viel geringere Quantität Wasser und Kalk enthalten und folglich viel ökonomischer sind;

2. daß sie die Verwendung von Materialien sehr mittelmäßiger Qualität gestatten, so daß also die Anfertigung dieser Betons in allen Gegenden möglich ist;

3. daß sie eine regelmäßige gut ausgeführte Fabrication verbürgen und daß keine schlechte Arbeit erzeugt werden kann, welche in den meisten Fällen sehr nachtheilig wäre.

Die Anwendung des agglomerirten Betons geschieht auf zweierlei Art, nämlich durch künstliche Steine oder indem man monolithe Banten aufführt. Zu der ersten Art gehören die Materialien, welche man durch Stampfen des Betons in beweglichen Formen erzeugt hat, welche so zu sagen eine Matrize bilden, worin sich der Beton nach der innern Form derselben agglomerirt. Zur zweiten Art rechnet man die Baulichkeiten, welche in großen Theilen ausgeführt werden, die man nach und nach neben oder übereinander setzt und nach Maßgabe als die Formen auseinander genommen werden, um sie über dem schon aufgeführten Mauerwerk von neuem zusammenzustellen, fortschreiten. In diesem Falle schließt sich die Arbeit des heutigen Tages an die vom gestrigen Tage an, und ist das Werk vollendet, so besitzt es die homogene Eigenschaft eines Monolithen. Als Beispiel dieser Art nennt Coignet Trottoirs, Straßenkanäle, Wasserleitungen, Abtrittsgruben, Cisternen, Bassins und Reservoirs, die Gruben der Gasometer, trockne Wohnungen und Keller, Gewölbe, Fußböden und Dächer, Brücken, Dämme, Kai's



Digitized by Google

und Futtermauern, Grundmauern von Maschinen, Docks und Silo's u. s. w.

Coignet hat nach seiner Methode Wohnhäuser erbaut, deren Fundamente, Mauern, Fußböden und Decken von Beton hergestellt wurden; in neuester Zeit hat er sogar den Bau der Kirche von Vesinet aus Beton unter der Leitung des Architekten Boileau übernommen.

Die Anwendung des Betons zu Trottoirs würde gegen Steinplatten und Pflaster eine Ersparniß von 50 Procent und gegen Trottoirs und Fußböden aus Asphalt eine solche von 25 Procent gewähren; mit 3 Francs kann man in Paris den Quadratmeter Trottoir aus 4 Centimeter starkem Beton herstellen.

Nachdem viele Versuche gemacht worden, wurde dem Hrn. Coignet in Folge der Anträge des Oberingenieurs Belgrand von der Municipalität Paris die Ausführung von 15000$^{m}$0 Abzugskanälen aus Beton übertragen, und durch Ordonnanz vom 1. August 1862 wurde die Anwendung des agglomerirten Betons zur Errichtung von Abtrittsgruben genehmigt, wobei man eine Ersparung von 25 Procent erzielt.

---

## Neues Verbindungssystem.

Von Jourdain und Teulère.

(Mit Zeichnungen auf Seite 5.)

Das auf Seite 5 dargestellte System ist ein sehr einfaches und dürfte dazu berufen sein, große Dienste zu leisten. Es lassen sich auf diese Weise alle Theile einer permanenten oder provisorischen Construction in der Art verbinden, daß man alle Bestandtheile mit großer Leichtigkeit und in sehr geringer Zeit auseinandernehmen kann; das Princip, worauf es beruht, ist von der Art, daß man es, wenn die Formen geändert werden, sowohl in der Bauschlosserei als Bautischlerei anwenden kann.

Seit langer Zeit beschäftigt man sich mit Verbesserungen in der Art und Weise die Verbindungen der eisernen Bestandtheile von Decken, Dachstühlen u. s. w. zu verbessern. Gewöhnlich macht man Gebrauch von Winkeleisen oder Verbindungsplatten, die unter sich und mit den Theilen, die sie verbinden, mittels Bolzen und Niete vereinigt werden; doch hat dieses System nicht bloß den Nachtheil, daß eine große Anzahl von Löchern erfordert wird, wodurch die Constructionstheile geschwächt werden, sondern daß damit auch sehr viele Kosten verbunden sind; auch die Verbindungsweise mit Bügeln, welche in der Wirklichkeit sehr fest ist, erfordert große Kosten. Das System von Jourdain und Teulère ist dagegen viel einfacher und ökonomischer als alle bisher bekannt gewordenen Verbindungen und gewährt dabei alle mögliche Festigkeit. Auf Seite 5 sind mehrere Fälle dargestellt, woraus man die Wichtigkeit des Teulère'schen Systems erkennen kann. Es besteht aus eisernen Verbolzungen mit rundem Querschnitt (Fig. 1—3); jeder Bolzen hat an einem Ende zum Halten eines der zu verbindenden Constructionstheile einen Haken, und an dem andern Ende einen geraden Einschnitt für einen Splint, den man hinter dem zweiten Verbandstück nach Belieben anziehen kann; auch läßt sich dieser Splint durch eine Schraubenmutter (Fig. 4) ersetzen. In Fig. 1 u. 2 sieht man die Verbindung von zwei gleich hohen Balken, welche durch Fig. 5 noch anschaulicher gemacht wird; Fig. 6 zeigt im Grundriß zwei Balken, welche unter spitzen Winkeln mit einem dritten Balken verbunden sind; wären die zu verbindenden Theile von ungleicher Höhe, so geschieht ihre Vereinigung nach Fig. 7. Die Bolzen können auch krumm sein wie in Fig. 8, um an einem Constructionstheil die Löcher für die Haken voneinander entfernt zu halten, wie z. B. bei doppelten Verbindungen, welcher Fall in Fig. 8 und 9 dargestellt ist, wo die Sparren mit der Firstpfette eines Dachstuhls miteinander verbunden sind.

In Paris wird ein Verbindungsbolzen nebst Splint oder Schraubenmutter mit 55 Centimes bezahlt.

---

Digitized by Google

38

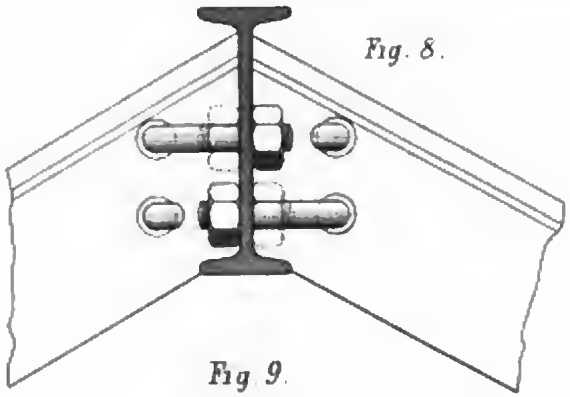


Fig. 8.

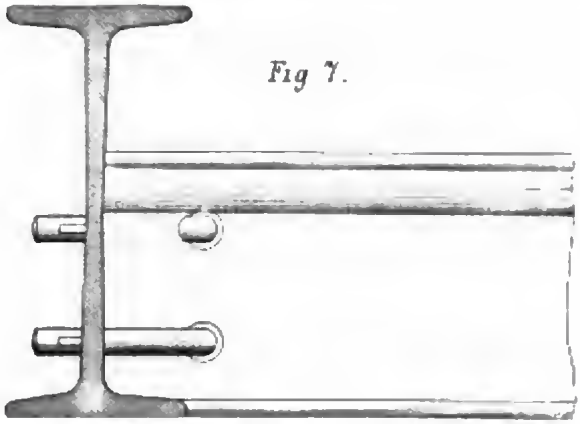


Fig 7.

Fig 9.

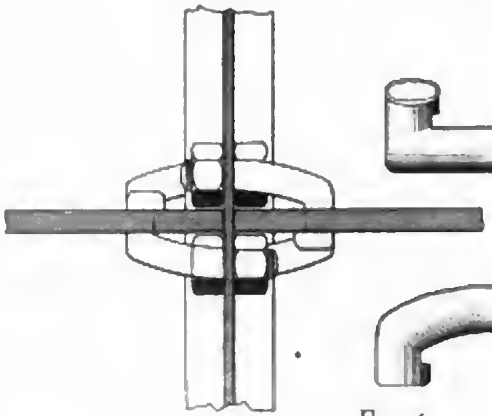


Fig 3.

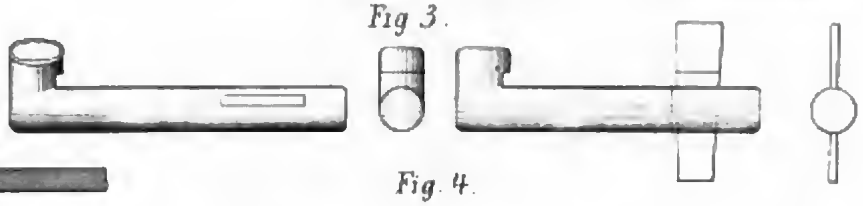
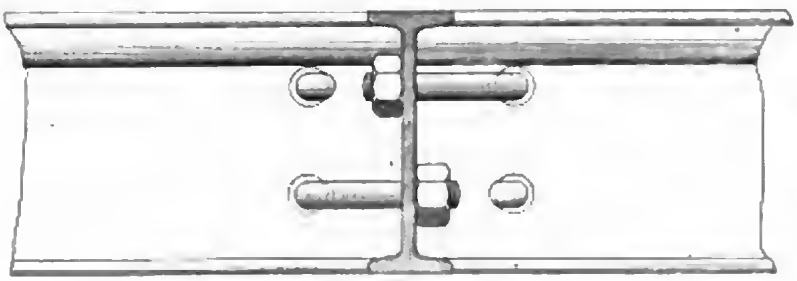


Fig. 4.

Fig 1.

Fig. 2



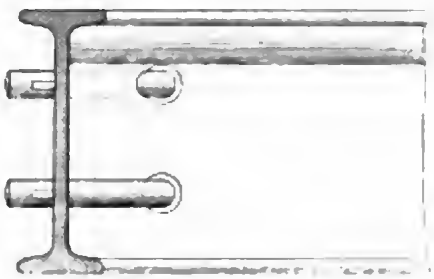
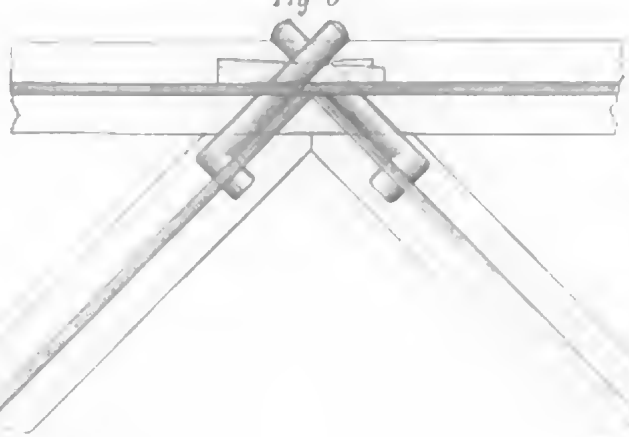
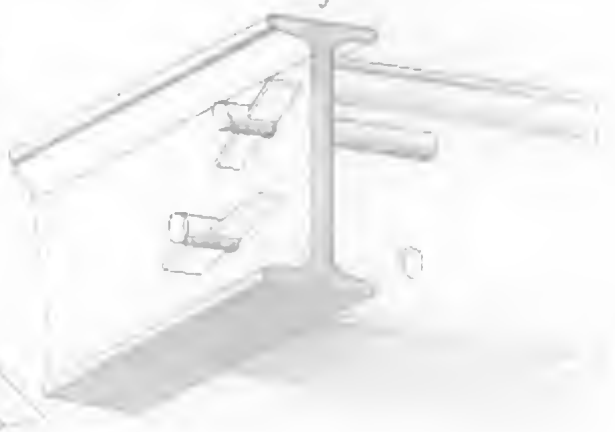


Fig 6

Fig 5





Allgem. Bauzeitung. 1865

Digitized by Google

# Neue Methoden der Eindeckung der Dächer mit Schiefer.

Fig. 1.

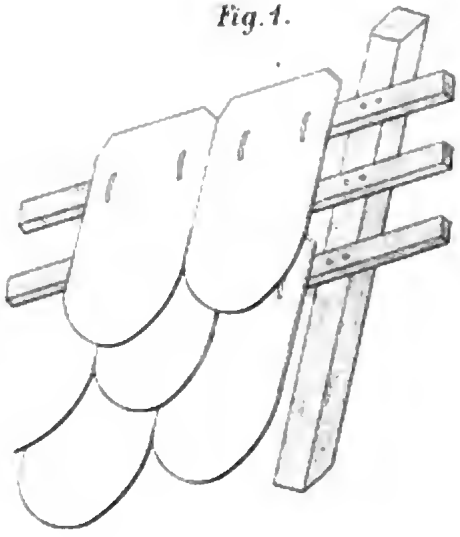


Fig. 2.

Fig. 3.

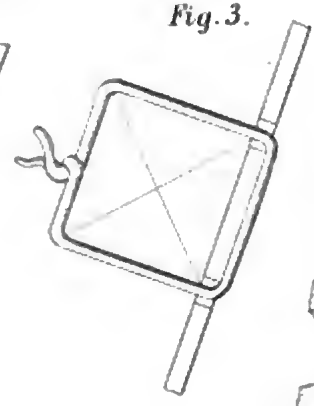


Fig. 8.

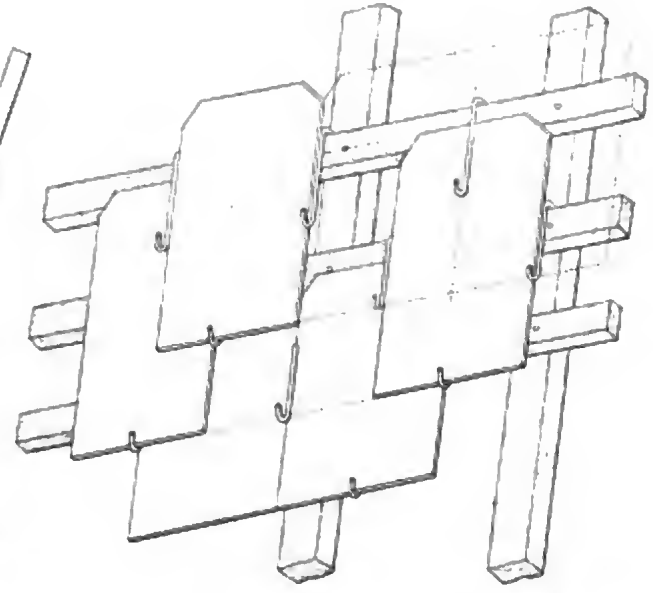


Fig. 6.

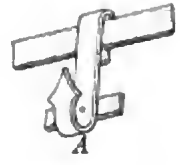



Fig. 4.

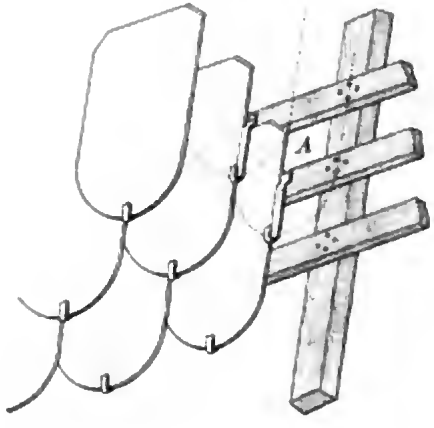



Fig. 5.

Fig. 7.

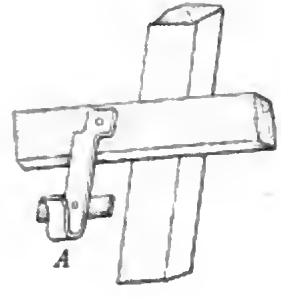
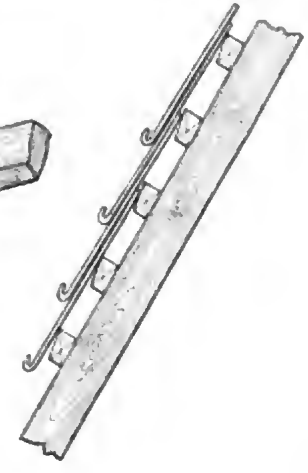



Fig. 9.

Fig. 10.



Allgem. Bauzeitung. 1865.

# Eindeckung der Dächer mit Schiefer.

(Mit Zeichnungen auf Seite 7.)

Schon seit langer Zeit hat man nach Mitteln geforscht, welche geeignet wären, die Uebelstände zu verbessern, die mit der allgemein angewendeten Methode verbunden sind, die Schieferplatten bei Dacheindeckungen zu befestigen. Diese Methode, welche darin besteht, daß man die Schiefer auf beinahe dicht aneinander stoßende Schalbretter nagelt, läßt in der That in mancher Beziehung vieles zu wünschen übrig. Der Wind veranlaßt es manchmal, daß die Nägel durch den Schiefer gehen, und da ferner die Luft zwischen den Platten und der Verschalung nicht circuliren kann, so entsteht die Unannehmlichkeit, daß die hier fortwährend sich aufhaltende Feuchtigkeit das Faulen des Holzes und die Zersetzung des Schiefers veranlaßt; wenn endlich eine Schiefertafel gebrochen ist, so muß man, um sie zu ersetzen, deren mehrere wegnehmen und neue einsetzen, weil die meisten der weggenommenen nicht mehr tauglich sind. Bei Anwendung des großen englischen Schiefers hat man die Verschalung durch Latten ersetzt und dadurch das Problem der zweckmäßigen Schieferdeckung zum Theil gelöst; die drei neuen Systeme aber, welche auf Seite 7 dargestellt sind, können auch bei kleinen Schiefertafeln angewendet werden und verdienen in jeder Beziehung die Aufmerksamkeit des bauenden Publicums, und wenn sie sicherlich auch nicht alle drei in gleichem Maße befriedigend sind, so theilen wir sie dennoch mit. Fig. 1 stellt in perspectivischer Ansicht die Lage mehrerer nach dem von Gerard in Nancy erfundenen System aufgehängten Schiefertafeln dar. Der Schiefer liegt auf hölzernen Latten (Fig. 2 u. 3) und es ist jede Tafel mittels zweier gewundenen und hinter der Latte zusammengehaltenen Eisendrähte befestigt. Da man also bei diesem System Latten benutzen kann, so findet schon dadurch eine große Absonderung und eine Luftcirculation statt; gleichwohl kann man ihm den Vorwurf machen, daß dadurch der Zweck noch nicht vollständig erreicht wird, weil der Schiefer das Holz nach der ganzen Breite der Latte berührt; ferner muß man, um den Schiefer aufzuhängen, Löcher in denselben bohren und ihn innerhalb befestigen, was die Einführung dieser neuen Methode unmöglich macht, wenn es sich um ein Dach handelt, dessen Räume für Wohnungen bestimmt und deßhalb innerhalb verschalt sind; auf der andern Seite aber ist zu befürchten, daß die Eisendrähte sehr schnell vom Roste zerstört werden.

Gerard führt die Eindeckungsmethode auch so aus, daß er vorher hölzerne oder eiserne Rahmen von 1m10 und 1m0 machen läßt, auf welchen Latten oder eiserne Leisten befestigt werden, woran man die Schiefertafeln, ebenfalls mittels Eisendraht, hängt. Diese Rahmen werden von innen angebracht und aneinander gestellt, was mit solcher Schnelligkeit geschieht, daß ein Dach in sehr geringer Zeit eingedeckt werden kann; das Versetzen der Rahmen wird um so leichter bewirkt, als ein jeder nebst den Schiefertafeln nur so schwer ist, daß ihn zwei Arbeiter leicht handhaben und ihn an Ort und Stelle legen können. Hierin besteht der wirkliche Vortheil des Systems Gerard, denn was das Legen des Schiefers selbst betrifft, so bleibt, wie oben gesagt, viel zu wünschen übrig. Dagegen scheint die von Huga in Bordeaux eingeführte Methode vortheilhafter zu sein, obgleich damit ebenfalls noch ernstliche Uebelstände verbunden sind. Der Schiefer wird mittels Hakenklauen von Rothkupfer oder Blech A in Fig. 4 und 5 auf Latten gelegt; jeder Schiefertafel correspondirt eine Klaue (Fig. 7), deren den Haken bildender Theil sichtbar bleibt. Es kann diese Methode bei Schalbrettern wie bei Latten mit Blechstreifen, die auf die Sparren genagelt werden, in welchem Falle der gebrauchte Haken wie in Fig. 6 gestaltet ist, in Anwendung kommen; nur sind Uebelstände damit verbunden, wenn es sich um Reparaturen handelt, denn um die gebrochenen Schiefer herauszunehmen, muß man den Haken der Klaue gerade richten, wodurch seine Elasticität verliert, so daß dieser Haken, wenn er einmal wieder umgebogen wurde, den Schiefer wohl unterstützt, ihn aber nicht hinreichend festhält und ihn locker läßt. Die Nothwendigkeit der Anwendung von Schrauben ist außerdem mit großem Zeitverlust verbunden und macht die Arbeit sehr umständlich; übrigens werden diese Schrauben nach der Richtung der Holzfasern eingelassen und bieten folglich keine hinreichende Bürgschaft für die Festigkeit oder vielmehr für die Dauer.

Das dritte System (Fig. 8, 9 u. 10) von Mauduit und Béchet in Paris, das in dieser Stadt bei dem Cassationshofe, der Kirche von Argenteuil, der Kirche de la Trinité, dann bei dem Schlosse von Pierrefonds, der Fabrik von Leroy und Durand in Gentilly, so wie bei mehreren andern Bauten angewendet wurde, ist den beiden vorstehenden

Digitized by Google

bei weitem vorzuziehen, denn man kann, was von ſehr großer Wichtigkeit iſt, die Latten ſo anordnen, daß der Schiefer ſie nur an einer Kante (Fig. 10) berührt. Jede Schiefertafel wird von einem rothkupfernen oder eiſernen Haken gehalten, der an ſeinem obern Ende einen zugeſpitzten Haken hat, womit er in das Holz wie ein Nagel eingeſchlagen wird (Fig. 9). Wenn es nothwendig iſt, eine Schieferplatte zu erneuern, ſo braucht man nur den untern Theil des entſprechenden Hakens geradezurichten, den Schiefer herauszunehmen und einen andern einzuſetzen, ohne irgend eine der anſtoßenden Platten zu berühren; nachher biegt man den Haken von neuem, welcher federt und mehreren Operationen dieſer Art Widerſtand leiſten kann, ohne zu brechen, und ſollte er brechen, ſo gibt es nichts leichteres als ihn zu erſetzen, weil er wie ein Nagel weggenommen und wieder eingeſchlagen werden kann.

Jedes von dieſen drei Syſtemen kann mit einigen unbedeutenden Modificationen bei eiſernen Sparren angewendet werden; die Latten werden alsdann durch eiſerne Leiſten oder Winkeleiſen erſetzt, die man über die Sparren legt; bisher iſt es aber trotz der vielen Anwendungen dieſer Syſteme noch nicht vorgekommen, Leiſten mit Winkeleiſen auf eine praktiſche Art auf den eiſernen Sparren zu befeſtigen; es iſt dies eine Lücke in den eiſernen Dachconſtructionen, welche noch auszufüllen iſt.

---

# Unterſuchung über die Beſtimmung des Verhältniſſes, welches zwiſchen den gefährlichen Querſchnitten der Gürtungen und den 45° geneigten Stäben eines Gitterbalkens beſteht.

Von Prou in Barcelona, Ingenieur der ſpaniſchen Eiſenbahnen.

Bei einer eiſernen Eiſenbahnbrücke, welche wir zur Vereinfachung der folgenden Unterſuchung zuvörderſt mit einer einzigen Spannweite annehmen, arbeiten die Schienenträger wie Körper, welche mit ihren Enden auf zwei Stützen frei aufliegen und eine auf der Brückenbahn gleichmäßig vertheilte Laſt tragen.

Dieſe Belaſtung umfaßt:

1. das Eigengewicht der Brückenbahn, welches bei der gewöhnlichen Regelmäßigkeit der Entwürfe pro laufenden Meter als conſtant betrachtet werden kann;

2. die Probebelaſtung, welche bei Brücken von mehr als 20m0 Spannweite *) auf 4000 Kilogr. pro lauf. Meter einfacher Bahn beſtimmt werden kann.

Die Summe dieſer beiden Größen beſtimmt die praktiſche Stärke, die man der Brückenbahn geben muß, ſo daß

*) In Spanien nimmt man an, daß die Brückenträger auf Eiſenbahnen auf nicht mehr als 20 Kilogr. pro Quadratmillimeter ihres gefährlichen Querſchnittes in Anſpruch genommen werden, wenn die Bahn mit 15 Tonnen pro lauf. Meter belaſtet iſt. Dieſe Laſt iſt beinahe das Dreifache derjenigen, welche das rollende Material gegenwärtig bei höchſter Belaſtung der Züge hat, und nach den competenteſten Autoritäten überſchreitet die Arbeit von 20 Kilogr. pro Quadratmillimeter die Grenze, über welche hinaus das Eiſen anfängt ſeine Elaſticität zu verlieren, und dieſe Grenze iſt in der That nach Hodgkinſon 14 bis höchſtens 18 Kilogr., ſowohl hinſichtlich der Zug- als der Druckfeſtigkeit.

Die beſten Brückenbleche brechen unter einer Laſt von 39 Kilogr. und die gewöhnlichen bei einer ſolchen von 35 bis 36 Kil.; alle Conſtructeurs ſtimmen darin überein, den effectiven Widerſtand des Schmiedeiſens der metallenen Trägerfelder gegen Zug und Druck bloß auf 1/8 der Bruchbelaſtung oder auf 6 Kil. pro Quadratmillimeter zu beſchränken.

In Frankreich wurde das Maximum von 6 Kil. den Eiſenbahngeſellſchaften durch eine Miniſterialverfügung vom 26. Febr. 1858 als Norm aufgegeben, wonach die Probebelaſtung eiſerner Brücken wie folgt regulirt wird:

5000 Kilogr. todte Belaſtung für die Spannweiten unter 20m0;
4000 „ „ „ „ „ „ über „

und es darf in dieſem letztern Falle die totale Belaſtung nicht unter 100 Tonnen betragen.

Da die Gitterbrücken, welche Gegenſtand dieſer Unterſuchung ſind, niemals mehr als 20 bis 25m0 Spannweite haben, ſo wird ihre Probebelaſtung nach der franzöſiſchen Regel pro lauf. Meter einfacher Bahn 4000 Kil. betragen, was einer höchſten Arbeit von 6 Kil. pro Quadratmillimeter der gefährlichen Querſchnitte entſpricht.

In dieſer Beziehung iſt die Sicherheit der Berechnung vollſtändig; das Metall widerſteht nur beiläufig 1/3 der Belaſtung, welche die Elaſticität desſelben alteriren würde. Die franzöſiſche Regel iſt kühner als die ſpaniſche; man kann in der That leicht wahrnehmen, daß eine mit 6 Kil. Arbeit für 4000 Kil. Belaſtung berechnete Brücke mehr als 20 Kil. Widerſtand leiſten würde, wenn man die Belaſtung auf

Digitized by Google

ſie der Arbeitsgrenze von 6 Kil. pro Quadratmeter der gefährlichen Querſchnitte entſpricht. Nun iſt es bekannt, daß unter dieſen Verhältniſſen immer eine gewiſſe Verhältnißgrenze zwiſchen der Probebelaſtung und dem Gewicht des Trägerfeldes beſteht, und wenn man erwägt, daß jede Ueberſchreitung dieſes letztern Gewichts das Syſtem unnöthiger Weiſe anſtrengt, ſo wird man darauf geführt, ſich ſo viel als möglich der obigen Verhältnißgrenze zu nähern. Es ändert ſich freilich dieſes Verhältniß mit der Conſtructionsweiſe jeder eiſernen Brücke, welche eine Unzahl von Combinationen bietet; es iſt aber klar, daß die beſten diejenigen ſind, welche bei einer gegebenen Belaſtung dem Minimum des Gewichtes der Brücke correſpondiren, weil ſie die totale Anſtrengung, welcher das Trägerfeld ausgeſetzt iſt, verhältnißmäßig vermindern.

Wenn man in Centimetern durch

S die Summe der Sectionen der Gürtungen eines Hauptträgers mit Inbegriff der Verbindungswinkeleiſen dieſer Gürtungen mit der als voll angenommenen Wand,

H die Höhe des Trägers oder den ſenkrechten Abſtand der Schwerpunkte der Gürtungen,

e die mittlere Stärke der ſenkrechten Wand,

h die Höhe dieſer Wand oder den ſenkrechten Abſtand zwiſchen den Gürtungen,

2l die ganze Spannweite des Trägers oder die Entfernung ſeiner Stützen voneinander,

R = 600 Kil. den Coefficienten der Arbeitsgrenze des Eiſens, welcher 6 Kil. pro Quadratmillimeter der gefährlichen Querſchnitte correſpondirt, endlich mit

2F das Totalgewicht mit Einſchluß der über den ganzen Träger gleichmäßig vertheilten Belaſtung,

bezeichnet, ſo wird die vorausſichtliche praktiſche Kraft dieſes Trägers nach Clapeyron ſein:

$$F = \frac{H}{l}\left(SH + \frac{e\,h^2}{3}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Aus dieſer Formel erſieht man, daß die Vermehrung der Höhen H und h (weſentlich gleiche Größen) für eine und dieſelbe Kraft F der Reduction des gefährlichen Querſchnittes S der Gürtungen wie auch der mittlern Stärke der ſenkrechten Wand günſtig iſt. Es iſt daher für die Oekonomie des Gewichtes vortheilhaft, den Hauptträgern die möglich größte Höhe und den ſenkrechten Wänden die möglich kleinſte mittlere Stärke zu geben.

Dieſe Folgerung der Theorie beweiſt durch ſich ſelbſt den praktiſchen Vorzug des leichten Syſtems der Gitterträger vor den vollen und gedrückten Trägern, welche nur für Tragweiten unter 20m0 kaum zweckmäßig ſind *).

Die obige Formel wird allgemein angenommen, um die gefährlichen Querſchnitte der Träger zu berechnen. Bei vollen Trägern iſt die Stärke e der Wand im voraus gegeben, was aber bei den Gitterbalken nicht der Fall iſt, wo die Größen S und e unbeſtimmt ſind, ſo daß in dieſem letztern Falle die Gleichung (1) ungenügend iſt.

Wenn die Dimenſionen der Gitter bekannt wären, ſo würde die mittlere Stärke e der ſenkrechten Wand auf folgende Weiſe berechnet werden. Man beſtimmt das Totalgewicht des Gitters pro lauf. Meter des Trägers bei den Widerlagern, wo der Querſchnitt dieſer Stäbe ein Maximum iſt, und in der Mitte des Trägerfeldes, wo er ein Minimum hat; der Mittelwerth zwiſchen dieſen beiden Grenzen wird das durchſchnittliche Gewicht des Gitters pro lauf. Meter ſein, und die Größe e wäre einfach die Stärke einer vollen Blechwand von gleichem Gewicht.

Auf dieſe Weiſe verfahren gewöhnlich die Praktiker mit der Berechnung. Es iſt aber offenbar, daß dieſe Größe e nicht a priori beſtimmt werden kann, weil der gefährliche Querſchnitt der Stäbe an den Widerlagern eben ſo wenig beſtimmt iſt als der gefährliche Querſchnitt S der Gürtungen. Auf der andern Seite müßte der geringſte Querſchnitt der Stäbe in der Mitte der Brücke theoretiſch betrachtet Null ſein, während er in der Wirklichkeit unter die Grenze hinabgehen kann, welche nothwendig iſt, um die Unbiegſamkeit nach der Quere des Gitters zu ſichern. Es variirt

15000 Kilogr. ſteigerte; man hätte alsdann das Verhältniß: X : 15000 Kil. = 6 : 4, woraus $x = \frac{6 \times 15}{4} = 22{,}50$ Kil.

Die franzöſiſche Regel hat den Vortheil, daß ſie in Größen ausgedrückt iſt, welche mit der üblichen Wirklichkeit beſſer übereinſtimmen; die praktiſchen Folgerungen beider Berechnungsbaſen ſind aber im Weſentlichen dieſelben, weßhalb es vorzuziehen ſein dürfte, hier die von dem franzöſiſchen Conſeil des Ponts-et-Chauſſées vorgeſchriebenen Verhältniſſe anzuwenden.

*) Die ſogenannten americaniſchen Gitterbalken, die bei Brücken angewendet werden, gelten für eine ganz neue Erfindung; indeſſen bemerkt man an den Basreliefs der Trajansſäule zu Rom viele Schiffbrücken, deren Bahn ſich auf den untern Riegel eines Gitterrahmens legt, der das Geländer bildet und kniehoch iſt. Das Gitter beſteht aus aufeinander folgenden Andreaskreuzen von vierkantig bearbeiteten Hölzern, die 45 Grad geneigt ſind. Es ſcheint alſo, daß die alten Zimmerleute die Vortheile dieſes Syſtems ſchon gekannt haben.

Digitized by Google

folglich das wahre Mittel des Gittergewichtes pro lauf. Meter zwiſchen 75 und 80 Procent des Maximalgewichtes. Wenn man alſo dieſes Maximum als mittleres Gewicht annimmt, ſo wird das Reſultat nur um 20 bis 25 Procent vergrößert, und da das Gewicht des Gitters nur ein mittelmäßiger Bruch vom Totalgewicht des Trägerfeldes iſt, ſo wird die Vergrößerung der Berechnung von geringer Bedeutung und ganz zum Vortheil der praktiſchen Sicherheit ſein.

Es handelt ſich alſo darum, eine beſtimmte Relation zwiſchen den Größen S und e feſtzuſtellen, deren Werthe, wenn einmal bekannt, mittels der obigen Gleichung (1) zu dem von F führen.

Die praktiſche Kraft eines Schienenträgers in der Mitte iſt bekanntlich dem vierten Theil von dem Gewicht des Trägerfeldes mit einfacher Bahn, vermehrt mit dem Viertel der ganzen Belaſtung gleich. Es ſei demnach 4 P das Gewicht des Trägerfeldes und 4 C die Probebelaſtung, ſo hat man zuerſt

$$F = P + C \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Die Größe P iſt nichts anderes als das halbe Gewicht von jedem Schienenträger, der mit ſeinem Zubehör, wie Trottoirs, Geleiſe und Verſtrebung der Brückenbahn belaſtet iſt. Wenn alſo p das unbekannte Gewicht dieſes Trägers pro lauf. Meter und 2 l ſeine ganze Spannweite in Centimetern iſt, ſo erhält man:

$$P = \frac{p\,l}{100} = 0{,}01\,p\,l \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Endlich iſt die Größe C der vierte Theil der ganzen längs des Trägerfeldes über die Bahn gleichmäßig vertheilten Gewichtes, und dieſe Laſt, welche höher als 4000 Kil. oder 4 Tonnen pro lauf. Meter Bahn geſchätzt wird, gibt alſo für die Tragweite 2 l:

$$C = \tfrac{1}{4}\,(4 \text{ Tonnen})\,\frac{2\,l}{100} = 0\,t,02\,l \quad . \quad . \quad (4)$$

Wenn man nun die Querſchnitte der Gitterſtäbe betrachtet, welche den Widerlagern näher ſind, ſo kann man annehmen, daß ſie ſich ſelbſt ſenkrecht über der Kante des Widerlagers zu zwei und zwei kreuzen. In der Praxis kann die Senkrechte der nächſten Stäbe außerhalb des Widerlagers ohne Unterſtützung fallen, doch würde dieſer Umſtand auf die Berechnungsreſultate keinen weſentlichen Einfluß haben.

Es ſei nun 2 n die Anzahl der Stäbe, die ſich in der betrachteten Verticale kreuzen, w der Querſchnitt in Quadratcentimetern des einen dieſer Stäbe, und $a = 45°$ der ökonomiſchſte Winkel ihrer Neigung gegen die Horizontale.

Die Summe der 2 n Querſchnitte iſt 2 n w. Da das Eiſen in denſelben keine größere Arbeit hat als $R = 600$ Kilogramm pro Quadratcentimeter, ſo wird die Arbeitsgrenze dieſer Stäbe unter dem Winkel von 45° ſein:

$$f = 2\,n\,R\,w \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

Da ſie aber nur ſenkrechte Anſtrengungen ertragen, ſo müſſen ſie ihnen durch die ſenkrechte Compoſante der obigen Kraft f das Gleichgewicht halten. Da die Neigung 45° beträgt, ſo iſt der Werth der Compoſante x

$$x = \frac{f}{\cos 45°} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

Nun iſt die Laſt x bekanntlich nichts anderes als die Reaction des Widerlagers, das die Hälfte von dem Gewicht des Trägers und der correſpondirenden Probebelaſtung trägt. Da das Gewicht des Trägers 2 P und die Belaſtung 2 C hat, ſo hat man alſo

$$x = P + C = F \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

Es bleibt jetzt noch das mittlere Gewicht p des Trägers pro lauf. Meter als Function der Querſchnitte S und w der Gürtungen und der Gitterſtäbe zu ermitteln.

Es ſei q das Gewicht pro lauf. Meter des Trägers aller derjenigen Theile, welche nicht zu den Querſchnitten S und w, nämlich zu den Gürtungen und Gitterſtäben gehören, wie Geleiſe, Trottoirs, Bedielung, Verſtrebungen, Deckleiſten, Niete u. ſ. w.; dasſelbe wird beſtehen:

1. aus dem Gewicht q, das vorher beſtimmt worden,

2. aus dem Gewicht 0 Tonne 00078 S der Gürtungen pro lauf. Meter des Trägers, wegen $0^k78$ pro Quadratcentimeter ihres als conſtant vorausgeſetzten Querſchnittes; endlich

3. aus dem Gewicht des Gitters, das von den obigen 2 n w Querſchnitten und der Entfernung D dieſer Stäbe, von Achſe zu Achſe gemeſſen, abhängt.

Die Entfernung D iſt offenbar die Breite der Wand, welche einem Stabe mit dem Querſchnitt w correſpondirt, und da jeder Stab durch den der entgegengeſetzten Seite der Wand verdoppelt iſt, ſo iſt D die Breite, welche dem Querſchnitt 2 w der beiden Stäbe correſpondirt.

Wenn der Querſchnitt 2 w gleichmäßig über einen Wandſtreifen von der Breite D vertheilt wäre, ſo würde die mittlere Stärke e der Wand, wie oben definirt, ſein:

$$e = \frac{2\,w}{D} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

Digitized by Google

Nun wiegt dieſe Wand von der Stärke e und der Höhe h pro lauf. Meter des Trägers in Tonnen:

$$0\,t,00078 \times e \times h = 2\,(0{,}00078)\,\frac{wh}{D} = 0{,}00156\,\frac{wh}{D}.$$

Das Gewicht p des Trägers pro lauf. Meter hat daher den Werth:

$$p = q + 0{,}00078\,S + 0{,}00156\,\frac{wh}{D}. \quad . \quad (9)$$

Die neun vorſtehenden Gleichungen ſind ſolche des erſten Grades zwiſchen den neun Größen F, S, e, C, P, p, f, x und w; ihre Vereinfachung führt ſie ſofort auf die vier folgenden zwiſchen F, S, w und p, die einzigen Größen, welche praktiſch nützlich ſind:

$$F = \frac{R}{l}\left(SH + \frac{2}{3}\,\frac{wh^2}{D}\right),$$

$$F = 0{,}01 \times l\,(p + 2),$$

$$p = \frac{2nRw}{0{,}01 \times l \cos 45^\circ} - 2$$

und

$$p = q + 0{,}00078\,S + 0{,}00156\,\frac{wh}{D}.$$

Setzt man endlich R = 0 t 60, Coefficient der Arbeitsgrenze pro Quadratcentimeter, und cos 45° = 0,707, ſo erhält man die vier definitiven Gleichungen:

$$F = 0{,}60\,\frac{SH}{l} + 0{,}40\,\frac{wh^2}{Dl} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (A)$$

$$F = 0{,}01 \times l\,(p + 2) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (B)$$

$$p = 170\,\frac{nw}{l} - 2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (C)$$

$$p = q + 0{,}00078\,S + 0{,}00156\,\frac{wh}{D}. \quad . \quad (D)$$

worin bezeichnen:

- S den ganzen gefährlichen Querſchnitt der Gürtungen,
- w den gefährlichen Querſchnitt eines Gitterſtabes,
- H die Höhe zwiſchen den Schwerpunkten der Gürtungen,
- h den inneren Abſtand der Gürtungen,
- D die Entfernung der Gitterſtäbe von Achſe zu Achſe,
- 2l die ganze Spannweite des Trägers,

} in Centimetern.

- n die Anzahl der Kreuzungen der Gitterſtäbe in ein und derſelben ſenkrechten Linie,
- q das Gewicht pro lauf. Meter des Trägers der Conſtructionstheile außer den Gürtungen und Gitterſtäben,
- p das Totalgewicht des Trägers pro lauf. Meter mit Einſchluß der aufgelegten Brückenbahn,
- F die totale praktiſche Kraft des Trägers in ſeiner Mitte, oder die Hälfte von dem Gewicht dieſes Trägers und der totalen Belaſtung, für die Tragweite 2l; dieſe Belaſtung iſt hier mit zwei Tonnen pro lauf. Meter des Trägers angenommen.

} in Tonnen.

Die vier Gleichungen (A), (B), (C) und (D), reſolvirt im Verhältniß zu S, w, F und p, führen auf ziemlich complicirte allgemeine Formeln; die Subſtitution der numeriſchen Werthe von l, H, h, D, n und q aber vereinfacht die Berechnung ungemein, wenn man dafür Sorge trägt, den folgenden Gang zu beobachten:

1. F und p in den Gleichungen (A), (B) und (C) eliminiren; man erhält alsdann:

$$\frac{S}{w} = \frac{17nl - \frac{4h^2}{D}}{6H},$$

woraus

$$\frac{S}{w} = 2{,}833\,\frac{nl}{H} - 0{,}667\,\frac{h^2}{HD} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (E)$$

oder aber, indem man darauf achtet, daß h nahezu gleich H ſei:

$$\frac{S}{w} = 2{,}833\,\frac{nl}{H} - 0{,}667\,\frac{H}{D} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (E)$$

2. Aus dieſer Formel den Werth von S als Function von w ziehen und ihn in der Gleichung (D) ſubſtituiren, welche ebenfalls den Werth von p als Function von w liefert.

3. Dann p zwiſchen (C) und dem modificirten (D) eliminiren und den Werth von w ableiten.

4. Dieſen Werth ſubſtituiren in Gleichung (E), worauf man ſogleich den von S erhält, und in Gleichung (C), welche den Werth von p gibt.

5. Endlich p in Gleichung (B) ſubſtituiren, woraus ſich ohne Mühe der Werth von F ableiten läßt. —

Die Gleichung $\frac{S}{w} = \frac{17nl - \frac{4h^2}{D}}{6H}$ kann unabhängig von n gemacht werden, wenn man beobachtet, daß

$$n = \frac{H}{D\sqrt{2}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (I)$$

Es wird dann, wenn man h = H macht, wie oben:

$$\frac{S}{w} = \frac{17l}{6D\sqrt{2}} - \tfrac{2}{3}\,\frac{H}{D} \quad . \quad . \quad . \quad (J)$$

Für ein und dieſelbe Anzahl von Ueberkreuzungen n iſt das Verhältniß $\frac{H}{D}$ conſtant wie Gleichung (I) beweiſt,



Digitized by Google

und D nimmt im Verhältniß zu H zu. Aus der Gleichung (J) aber erſieht man, daß H und D zunehmen und daß der gefährliche Querſchnitt eines Stabes ſich immer mehr dem gefährlichen Querſchnitt S der Gürtungen zu nähern ſtrebt.

Um die Einfachheit der hier vorgetragenen Methode zu beweiſen, berechnen wir die Elemente von zwei Gitterbrücken mit einfachem Geleiſe und von 25 und 35m0 Spannweite.

Spannweite von 25m0. — Wir kehren zu den vier Gleichungen

$$F = 0{,}60\frac{S\,H}{l} + 0{,}40\frac{w\,h^3}{l\,D} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (A)$$

$$F = 0{,}01 \times l\,(p + 2) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (B)$$

$$p = 170\frac{n\,w}{l} - 2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (C)$$

$$p = q + 0{,}00078\,S + 0{,}00156\frac{w\,h}{D} \quad . \quad . \quad . \quad (D)$$

zurück.

Die Gegebenen des Trägerfeldes von 25m0 Spannweite ſind:

l = 1250 Cent., die halbe Tragweite der Brücke,

H = 204 „ Höhe von Schwerpunkt zu Schwerpunkt der Gürtungen,

h = 198 „ ſenkrechte Höhe des Gitters zwiſchen den Gürtungen,

D = 72 „ Entfernung der 45° geneigten Stäbe von Achſe zu Achſe,

n = 2, die Anzahl der Ueberkreuzungen der Stäbe ſenkrecht über der Kante des Widerlagers,

q = 0,43 Tonne, Gewicht von einem lauf. Meter des Trägers, mit Ausſchluß des Gewichtes der Gürtungen und Gitter und der Probebelaſtung.

Die Gleichgewichtsgleichungen werden:

$$F = 0{,}098\,S + 0{,}174\,w. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (A')$$

$$F = 12{,}50\,p + 25 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (B')$$

$$p = 0{,}272\,w - 2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (C')$$

$$p = 0{,}42 + 0{,}00078\,S + 0{,}00429\,w \quad . \quad . \quad . \quad (D')$$

Man leitet zuerſt daraus ab:

$$S = \frac{3{,}226}{0{,}098}\,w = 32{,}92\,w \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (E')$$

Subſtituirt man dann S in (D'), ſo wird:

$$p = 0{,}42 + 0{,}0257\,w \quad . \quad . \quad . \quad (D'')$$

Und die Elimination von p zwiſchen (C') und (D'') führt auf:

$$w = \frac{2{,}42}{0{,}246} = 9{,}82 \text{ Quadratcentimeter.}$$

Folglich

S = (32,92) (9,82) = 323,28 Quadratcentimeter,

p = (0,272) (9,82) — 2 = 0,671 Tonne,

F = (12,50) (0,671) + 25 = 33,389 Tonnen.

Es handelt ſich jetzt darum, die ganze Stärke b der in dem Querſchnitt S enthaltenen Gürtungen zu beſtimmen, welche eine Breite von 45 Centimeter haben; ihr totaler Querſchnitt iſt alſo für jeden Träger

$$2 \times 45 \times b = 90 \times b.$$

Der Querſchnitt S begreift außerdem in ſich die beiden obern und untern T Eiſen, wovon jedes einen Querſchnitt von 44,3 hat; beide zuſammen meſſen alſo 88,6 Centimeter.

Totaler Querſchnitt $S = 90\,b + 88{,}6 = 324$ Quadratcentimeter, woraus man ableitet $b = \frac{235{,}4}{90} = 2{,}61$ Quadratcentimeter, oder für jede Schiene der Gürtung $\frac{b}{2} = 1{,}30$ Centimeter.

Das Gewicht der Brücke berechnet man theoretiſch für eine ganze Länge von 27m50 wie folgt:

$P = 2 \times 27{,}50 \times p = 55 \times 0{,}671 = 36{,}905$ Tonnen.

Der Querſchnitt eines Stabes wurde oben gefunden mit

w = 9,82 Quadratcentimeter.

In der Wirklichkeit aber muß der Querſchnitt des Stabes vergrößert werden, um die transverſalen Anſtrengungen zu berückſichtigen, welche das Beſtreben haben, das Gitter zu biegen; in der Praxis erhalten die für dieſe Brücken beſtimmten Stäbe mit doppelten Rippen w = 15 Centimeter.

Dieſe Querſchnittvergrößerung erhöht zugleich das Gewicht des Trägers und ſeine praktiſche Kraft; es handelt ſich darum, zu ermitteln, ob die Zunahme dieſer letzten Kraft für das Uebermaß des dem Syſtem mitgetheilten Gewichtes hinreichend iſt.

Die praktiſche Kraft, welche w = 15 Centimeter und S = 324 Centimeter correſpondirt, wird aus der Formel

$$F = 12{,}50\,p + 25$$

abgeleitet, wenn man $p = 0{,}42 + 0{,}00078\,S + 0{,}00429\,w$ = 0,737 Tonnen ſetzt, wonach

$$F = 12{,}50 \times 0{,}737 + 25 = 34{,}21 \text{ Tonnen.}$$

Man erſieht hieraus, daß die Zunahme der Widerſtandsfähigkeit des Gitters hinreicht, um den Ueberſchuß des Gewichtes zu tragen, ohne daß es nothwendig wäre, den Querſchnitt der Gürtungen zu vergrößern.

Spannweite von 35m0. — Die Gegebenen der Spannweite von 35m0 ſind:

Digitized by Google

$l = 1750$ Centimeter, die halbe Tragweite der Brücke,
$H = 288{,}6$ „ Höhe von Schwerpunkt zu Schwerpunkt der Gürtungen,
$h = 207$ „ senkrechte Höhe des Gitters zwischen den Gürtungen,
$D = 68$ „ Entfernung der 45 Grad geneigten Stäbe von Achse zu Achse,
$n = 3$, Anzahl der Ueberkreuzungen der Stäbe senkrecht über dem Widerlager,
$q = 0{,}60$ Tonne, Gewicht von einem lauf. Meter Träger ohne das der Gürtungen und Gitter und ohne die Probebelastung.

Die vier Gleichgewichtsgleichungen werden:

$$F = 0{,}099\,S + 0{,}24\,w \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (A'')$$
$$F = 17{,}50\,p + 35 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (B'')$$
$$p = 0{,}292\,w - 2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (D'')$$
$$p = 0{,}60 + 0{,}00078\,S + 0{,}006125\,w \quad . \quad . \quad (D'')$$

Die Elimination von F und p zwischen (A''), (B'') u. (C'') gibt

$$S = \frac{4{,}8704}{0{,}099}\,w = 49{,}19\,w \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (E'')$$

Substituirt man diesen Werth in (D''), so wird

$$p = 0{,}60 + 0{,}0445\,w \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (D''')$$

Eliminirt man p zwischen (C'') und (D''), so findet man

$$w = \frac{2{,}60}{0{,}292 - 0{,}0445} = 10{,}51 \text{ Quadratcent.}$$

Die Gleichung (E'') gibt alsdann

$$S = (49{,}19)\,(10{,}51) = 517 \text{ Quadratcentimeter.}$$

Die Gleichung (C'') gibt hernach:

$$p = 1{,}068 \text{ Tonne.}$$

Endlich findet man durch die Gleichung (B')

$$F = 53{,}60 \text{ Tonnen.}$$

Die Stärke $\frac{b}{2}$ der Flanschen der Gürtungen mit einer Breite von 50 Centimetern wird mit Rücksicht auf die zwei 38 Centim. hohen und 1 Cent. starken Stehrippen und auf vier Winkeleisen mit einem Gesammtquerschnitt von 160 Quadratcentimetern, die in dem Querschnitt S mitinbegriffen sind, aus der Formel

$$\frac{b}{2} = \frac{517 - 236}{200} = 1{,}40 \text{ Centimeter}$$

abgeleitet.

Endlich haben die Gitterstäbe für das Trägerfeld von 25m0 einen Maximalquerschnitt von 15 Quadratcentimetern anstatt der durch die Theorie ermittelten 10,51.

Die aus $S = 517$ und $w = 15$ resultirende praktische Kraft wird dann sein

$$F = 0{,}099\,S + 0{,}24\,w = 54{,}78 \text{ Tonnen.}$$

Das correspondirende Gewicht pro lauf. Meter ist dann

$$p = 0{,}60 + 0{,}00078\,S + 0{,}006125\,w = 1{,}095 \text{ Tonnen.}$$

Und das Totalgewicht des Trägers für die Tragweite von 35m0 wird

$$F = 19{,}165 + 35 = 54{,}165 \text{ Tonnen.}$$

Hieraus geht hervor, daß die Vermehrung der Kraft des Gitters hinreichend ist für die Zunahme seines Gewichtes, ohne daß eine Vergrößerung des Querschnittes S der Gürtungen erforderlich wäre. —

Die vorstehende Theorie läßt sich mit derselben Einfachheit auf die Brücken mit aneinanderstoßenden Jochfeldern anwenden.

Es ist bekannt, daß die beste Anordnung dieser Jochfelder darin besteht, jedem in der Mitte liegenden eine größte und denen an den Enden eine Tragweite zu geben, welche um $^1/_6$ geringer ist als die mittlere. Man erreicht auf diese Art eine vollkommene Ausgleichung der Anstrengungen, die durch den Uebergang der Züge entwickelt werden, und man kann den Querschnitt der fortlaufenden Streckbalken nach der ganzen Länge der Brücke gleichmäßig halten.

Unter diesen Verhältnissen widersteht jeder Hauptträger wie ein an beiden Enden eingelassener und eine gleichmäßig vertheilte Probelast tragender Balken, und es können daher seine gefährlichen Querschnitte mit Vortheil vermindert werden. Bei einer vollständigen Einlassung könnte man sie auf 50 Procent reduciren; mit anderen Worten, der Träger würde dieselbe praktische Kraft besitzen als für eine halb so große Tragweite, und es würde dann genügen, in den Gleichgewichtsgleichungen (A), (B), (C) u. (D), welche Seite 13 aufgestellt wurden, l durch $^1/_2\,l$ zu ersetzen.

Die Praxis hat uns aber bewiesen, daß die Einlassung niemals vollständig ist. In England nimmt man an, daß die Reduction der Tragweite, welche der Zunahme der Kraft gleichgeltend ist, bloß $^1/_6$ beträgt, so daß man also in Betreff der Zwischenjoche l durch $^5/_6\,l$ in den Formeln ersetzen müßte. Was die Endjoche betrifft, deren Träger nur an einem Ende eingelassen sind, so beträgt die Einlassung nur die Hälfte der vorhergehenden, so daß die Zunahme der Kraft oder die Reduction der Tragweite bloß $^1/_{12}$ ausmacht, was das oben angegebene Verhältniß, das zwischen den Spannweiten am Ende und denen der Mitte herzustellen ist, rechtfertigt.



Digitized by Google

In Frankreich nimmt man den Träger in Bezug auf das Gewicht der Brücke als vollständig und hinsichtlich der Probebelastung bloß als halb eingelassen an. Wenn diese letztere dem Gewicht der Brücke gleich wäre, so würde die reducirte Tragweite $^{2}/_{3}$ sein, was $^{1}/_{10}$ weniger als das Verhältniß $^{3}/_{4}$ der englischen Ingenieure wäre. Da aber das Gewicht des Trägerfeldes bei den gewöhnlichen Tragweiten immer geringer ist als die Belastung von vier Tonnen pro lauf. Meter des Geleises, so sieht man, daß die englische Regel selbst bei der äußersten Vorsicht weniger kühn ist als die in Frankreich angewendete.

Kehren wir wieder zu den Gleichungen (A), (B), (C) und (D) auf Seite 13 zurück und ersetzen l durch $^{9}/_{10}$ l, worauf die Widerstandsformeln werden:

$$F = 0{,}99\,\frac{SH}{l} + 0{,}64\,\frac{w\,h^{3}}{Dl} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (A_{,})$$

$$F = 0{,}0062\,l\,(p + 2) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (B_{,})$$

$$p = 272\,\frac{nw}{l} - 2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (C_{,})$$

$$p = q + 0{,}00078 + S\,0{,}00156\,\frac{w\,h}{D} \quad . \quad . \quad . \quad (D_{,})$$

woraus man ableitet:

$$\frac{S}{w} = 1{,}77\,\frac{nl}{H} - 0{,}667\,\frac{h^{2}}{HD} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (E_{,})$$

Die Formel (A,) beweist, daß die praktische Kraft F die $^{9}/_{10}$ des durch die primitive Formel (A) ermittelten Werthes geworden ist. Um den Träger auf seine erste Form zurückzuführen, braucht man nur die $^{9}/_{10}$ S und $^{9}/_{10}$ w den Größen S und w der Gleichung (A,) zu substituiren; mit andern Worten, die Berechnung besteht darin, die $^{9}/_{10}$ der gefährlichen Querschnitte S und w des frei auf den Stützen liegend vorausgesetzten Trägers anzunehmen.

Diese Folgerung stimmt ganz mit den bekannten Gesetzen der theilweisen oder totalen Einlassung der Körper überein, welche sich unter einer transversalen Kraft biegen.

Wir wenden nun die Formeln (A,), (B,), (D,) und (E,) zur Berechnung der gefährlichen Querschnitte eines Zwischenjochfeldes von 38m80 Tragweite eines Viaducts mit vier aneinanderstoßenden Jochfeldern an, von denen die an den Enden je 32m40 Tragweite haben *).

Spannweite von 38m80. Man hat

l = 1940 Centimeter, die halbe Spannweite,
H = 322 „ Höhe von Schwerpunkt zu Schwerpunkt der Streckbalken oder Gürtungen,
h = 320 „ lichte Höhe zwischen den Gürtungen,
D = 113 „ Entfernung der Gitterstäbe von Achse zu Achse,
n = 2, die Anzahl der Ueberkreuzungen der Stäbe senkrecht über dem Pfeiler,
q = 0,50 Tonne, Gewicht pro lauf. Meter aller, den gefährlichen Querschnitten S und w fremden Verbandstücke.

Die obigen Gleichungen werden:

$$F = 0{,}16\,S \times 0{,}298\,w \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (A:)$$

$$F = 12{,}03\,p + 24{,}06 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (B:)$$

$$p = 0{,}28\,w - 2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (C:)$$

$$p = 0{,}50 + 0{,}00078\,S + 0{,}0044\,w \quad . \quad . \quad . \quad (D:)$$

Daraus leitet man ab:

$$\frac{S}{w} = 19{,}19 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (E:)$$

Die Gleichung (D:) gibt alsdann:

$$p = 0{,}50 + 0{,}02\,.\,w.$$

Dieser Werth in Verbindung mit (C:) gibt

$$w = 9{,}6 \text{ Quadratcentimeter},$$

und folglich

$$S = 184 \text{ Quadratcentimeter}.$$

Da der totale Querschnitt S auf vier Schienen von je 0m50 Breite vertheilt ist, so sieht man, daß die Schienen eine Stärke von einem Centimeter haben müssen.

In der Praxis werden die Gitterstäbe 12 Quadratcentimeter haben. Macht man also S = 200 und w = 12 in der Gleichung (D:), so findet man für das correspondirende Gewicht pro lauf. Meter Träger

$$p = 0{,}709 \text{ Tonne},$$

und da dieses Gewicht p für das Geleise und das Holz der Trottoirs 0t116 in sich begreift, so bleibt für das Blech pro Träger

$$p' = 0{,}709 - 0{,}116 = 0{,}593.$$

Der laufende Meter der Brücke wird also wiegen

$$2\,p' = 1{,}186 \text{ Tonne}$$

oder für die $(150^{m}80 + 2 \times 1{,}20) = 153^{m}20$ ganze Länge der Brücke mit Einschluß der Stützen 181,70 Tonnen
Dazu noch für Deckleisten, Nieten ꝛc. . 8,30 „
Totalgewicht 190,00 Tonnen

oder $\frac{190}{150{,}80} = 1{,}30$ Tonne pro lauf. Meter der Tragweite. —

*) Dieser Viaduct ist der von Can Palau über den Rio Congost zwischen den Hectometern 11 und 13 der Eisenbahn von Granollers nach S. Juan de las Abadesas. Seine ganze Länge zwischen den Widerlagern ist 150m80; das Niveau der Schienen ist 22m50 über dem Flusse.

Digitized by Google

Es handelt ſich nun darum die vorſtehend aufgeſtellten Formeln zu generaliſiren und ſie auch für den Fall einer Brücke mit irgend einer Anzahl aneinander hängender Spannweiten für N Geleiſe und auf zwei ſeitlichen Hauptträgern ruhend anwendbar zu machen.

Man bemerkt leicht, daß die permanente Anſtrengung in der Mitte des am meiſten bloßgeſtellten Trägers nach der Gleichung (3) immer iſt:

$$P = 0{,}01\,pl,$$

und daß die ähnliche Anſtrengung der Probebelaſtung

$$C = 0{,}02\,Nl,$$

ſo daß man nach Gleichung (2) erhält:

$$F = P + C = 0{,}01 \times l\,(p + 2N).$$

Die Gleichgewichtsgleichungen des zuvörderſt als frei angenommenen Trägers ſind dann:

$$F = 0{,}60\,\frac{SH}{l} + 0{,}40\,\frac{wh^3}{lD} \quad \ldots\ldots\ldots \text{(A)}$$

$$F = 0{,}01 \times l\,(p + 2N) \quad \ldots\ldots\ldots \text{(B)}$$

$$p = 170\,\frac{nw}{l} - 2N \quad \ldots\ldots\ldots \text{(C)}$$

$$p = q + 0{,}00078\,S + 0{,}00156\,\frac{wh}{D} \quad \ldots \text{(D)}$$

Daraus leitet man ab:

$$\frac{S}{w} = 1{,}77\,\frac{nl}{H} - 0{,}667\,\frac{h^3}{HD} \quad \ldots\ldots \text{(E)}$$

Um Rückſicht auf die Continuität der Brücke zu nehmen, braucht man nur die virtuelle Reduction der Tragfähigkeit zu berechnen, welche durch das theilweiſe Einlaſſen des Jochfeldes entſteht. Dieſe Reduction aber iſt der der permanenten Kraft und der ganzen durch dieſelbe Hypotheſe modificirten totalen Belaſtung proportionell.

Nimmt man an, daß der Träger für die permanente Kraft P vollſtändig und für die Probebelaſtung C halb eingelaſſen *) iſt, ſo wird die Tragfähigkeit offenbar reducirt in dem Verhältniß

$$\frac{\frac{1}{2}P + \frac{3}{4}C}{P + C} = \frac{p + 3N}{2\,(p + 2N)},$$

ſo daß in den fünf obigen Gleichungen die Wirkung des Einlaſſens eingeführt wird durch die Subſtitution von

$$\frac{p + 3N}{2\,(p + 2N)}\,l$$

in der halben Tragweite l.

Die Gleichgewichtsbedingungen werden alsdann:

$$F = \frac{p + 2N}{p + 3N}\left(1{,}20\,\frac{SH}{l} + 0{,}80\,\frac{wh^3}{Dl}\right) \quad \ldots \text{(A,)}$$

$$F = 0{,}005\,(p + 3N)\,l \quad \ldots\ldots\ldots \text{(B,)}$$

$$p = 340 \times \frac{p + 2N}{p + 3N} \times \frac{nw}{l} - 2N \quad \ldots \text{(C,)}$$

$$p = q + 0{,}00078\,S + 0{,}00156\,\frac{wh}{D} \quad \ldots \text{(D,)}$$

Die Gleichung (C,) erlaubt die Vereinfachung der Gleichungen (A,) und (B,) und daß man zwiſchen den Größen F, S, w und p die vier definitiven Relationen

$$F = \left(\frac{1}{l} - \frac{N}{340\,nw}\right)\left(1{,}20\,SB + 0{,}80\,\frac{wh^3}{D}\right) \quad \text{(A,')}$$

$$F = 1{,}70\,nw \quad \ldots\ldots\ldots \text{(B,')}$$

$$p = 340\,\frac{nw}{l} - 3N \quad \ldots\ldots\ldots \text{(C,')}$$

$$p = q + 0{,}00078\,S + 0{,}00156\,\frac{wh}{D} \quad \ldots \text{(D,')}$$

erhält.

Die Auflöſung dieſer Gleichungen iſt etwas complicirter als in den vorhergehend betrachteten Fällen. Die Elimination von F zwiſchen (A,') und (B,') und von p zwiſchen (C,') und (D,') führt auf zwei Relationen in S und w, ſo daß jede der Unbekannten S und w nur durch die Auflöſung einer Gleichung des 2. Grades erhalten werden kann. Die andern laſſen ſich ohne Schwierigkeit ableiten. Uebrigens vereinfacht die Subſtitution der numeriſchen Werthe von l, N, n, H, h, D und q die Berechnung, deren Reſultate allen Erforderniſſen der Theorie und Praxis entſprechen, bedeutend.

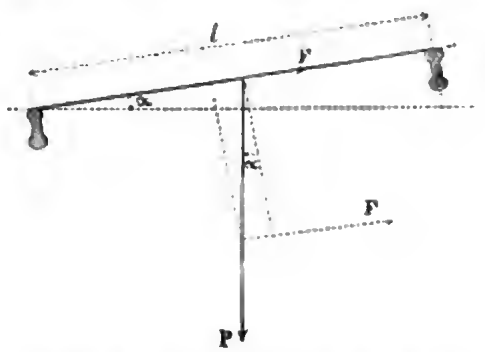
*) Die wirkliche Tragfähigkeit des nicht eingelaſſenen Trägers 1
Derſelbe eingelaſſene Träger hat eine virtuelle Tragfähigkeit von . . . . . ½
Die halbe Einlaſſung iſt alſo von der virtuellen Tragfähigkeit . . . . . ¾

# Ueber die Höherlegung der äußern Schiene in den Curven der Eisenbahnen.

In den Krümmungen der Eisenbahnen muß die äußere Schiene höher gelegt werden als die innere, um so viel als möglich die Wirkungen der Centrifugalkraft zu vermindern, welche die Wagen aus dem Geleise zu schleudern strebt.

Die Höherlegung der äußern Schiene hängt von dem Krümmungshalbmesser und der Translationsgeschwindigkeit der Vehikel ab; sie wird durch die Bedingung bestimmt, daß die Composante des Gewichtes vom Wagen nach der durch die Oberfläche der Schienen gehenden geneigten Linie der Centrifugalkraft gleich sei.

Wir nennen P das Gewicht des Vehikels, F die Centrifugalkraft, l die Breite der Bahn, S die Höherlegung




Der Ausdruck für die Centrifugalkraft ist bekanntlich

$$F = P\,\frac{V^2}{gR},$$

worin R der Halbmesser der Curve, V die Geschwindigkeit des Vehikels pro Secunde, g die Intensität der Schwere.

Anderseits hat die Composante des Gewichts P nach der über die Oberfläche der Schienen gezogenen geneigten Linie den Ausdruck $P \sin\alpha$ und $\sin\alpha = \frac{S}{l}$, daher der Ausdruck der Composante:

$$\frac{P\,s}{l} \text{ und folglich } \frac{P\,s}{l} = P\,\frac{V^2}{gR},$$

wonach

$$S = \frac{l\,V^2}{gR}.$$

Die Resultate, welche man erhält, wenn man die Höherlegung nach dieser Formel berechnet, sind in der Praxis nicht absolut anwendbar, weil es unmöglich ist, die Höherlegung nach der Geschwindigkeit zu variiren und weil es nothwendig ist Rücksicht auf den Abstand der Achsen und ihren Parallelismus zu nehmen. Man hat daher a priori gewisse Geschwindigkeiten annehmen und die theoretisch ermittelten Resultate nach gewissen aus der Erfahrung abgeleiteten empirischen Regeln verändern müssen.

Bei Curven von 300$^m$0 und geringern Halbmessern können die Höherlegungen nach der gefundenen Formel berechnet werden, indem man eine Geschwindigkeit V = 12$^m$50 pro Secunde annimmt, was 45 Kilometer pro Stunde ausmacht, und das Product um $^1/_{10}$ vermehrt.

Bei Krümmungen mit Halbmessern von 300 bis 700$^m$0 macht man V = 16$^m$67 (60 Kilom. pro Stunde), ohne das Resultat zu vergrößern.

Bei Curven mit 800$^m$0 Halbmesser und darüber nimmt man V = 19$^m$44 (70 Kilom. pro Stunde), ebenfalls ohne Erhöhung des Products.

Man findet demnach, wenn man runde Zahlen annimmt und die Resultate bis zur Grenze der drei Hypothesen etwas verändert, die folgenden Maße für die Höherlegung der äußern Schienen.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Bei 200$^m$0 | Halbm. | 0$^m$130 | Bei 900$^m$0 | Halbm. | 0$^m$065 |
| „ 250$^m$0 | „ | 0$^m$110 | „ 1000$^m$0 | „ | 0$^m$060 |
| „ 300$^m$0 | „ | 0$^m$100 | „ 1200$^m$0 | „ | 0$^m$050 |
| „ 400$^m$0 | „ | 0$^m$100 | „ 1500$^m$0 | „ | 0$^m$040 |
| „ 500$^m$0 | „ | 0$^m$085 | „ 1800$^m$0 | „ | 0$^m$030 |
| „ 600$^m$0 | „ | 0$^m$075 | „ 2500$^m$0 | „ | 0$^m$020 |
| „ 700$^m$0 | „ | 0$^m$070 | „ 3000$^m$0 | „ | 0$^m$015 |
| „ 800$^m$0 | „ | 0$^m$070 | | | |

Diese Ziffern müssen beim ersten Legen der Schienen als eine Cote betrachtet werden und die Bahnbeamten müssen bei der Unterhaltung die Höherlegung, je nachdem sich die Schienen durch das Befahren abnutzen, reguliren.

Damit beim Legen der Schienen die äußern Schienen der Krümmungen in die Höhen zu liegen kommen, wie sie den Halbmessern dieser Curven entsprechen, so muß man den Arbeitern ein besonderes Instrument geben, mit dessen Hülfe sie sich von der Differenz des Niveaus, das zwischen den beiden Rails in der Wirklichkeit besteht, überzeugen können.

Der höher liegende Theil der äußern Krümmungsschiene wird mit dem geradlinigen Theil der Schienen durch eine schiefe Ebene verbunden, welche für jeden Centimeter der Höherlegung wenigstens eine Länge von 10$^m$0 hat.

Bei jenen Bahngeleisen, welche ohne Unterschied in

Digitized by Google

einer oder der andern Richtung befahren werden, muß die Höherlegung auf der ganzen Strecke der Krümmung beſtehen, und die ſchiefen Ebenen, die zu ihr hinaufführen, werden nach Tangenten von dem Berührungspunkt an in gerader Linie hergeſtellt.

Bei Geleiſen, die ſtets in ein und derſelben Richtung befahren werden, legt man die ſchiefe Ebene immer in die gerade Linie an der Seite, wo die Krümmung anfängt, und an der entgegengeſetzten Seite in die Curve, ſo daß das höhere Niveau beim Anfang der Curve vollſtändig und am Ende derſelben verſchwunden iſt.

Auf den Stationsplätzen werden die ſchiefen Ebenen ſo gelegt, wie es der Wechſel und die Kreuzung der Geleiſe geſtatten.

Die Höherlegung desjenigen von zwei Geleiſen, das an der äußern Seite der Curve liegt, iſt etwas forcirt und muß dieſes mit großer Aufmerkſamkeit beobachtet werden, weil es ſich, beſonders auf Dämmen, ſchwer erhält.

---

## Notiz über einen elektriſchen Waſſerſtandsanzeiger im Innern von Werken, welche durch Waſſerkraft in Betrieb geſetzt werden.

(Mit Zeichnungen auf Seite 21.)

Bei Mühlen oder Fabriken an kleinen Waſſerläufen, deren Waſſermenge ſehr veränderlich iſt, ereignet es ſich häufig in den Sommer- und Herbſtmonaten, daß das Waſſer in dem Obergraben beſtändig fällt, ſo daß man gezwungen iſt die Arbeit in den Werken ſehr oft zu unterbrechen, damit ſich das Waſſer wieder anſammeln kann. Während der Tagesſtunden iſt es leicht, die aufſteigende Bewegung des Waſſers zu verfolgen und genau den Moment zu benutzen, wo das Waſſer einen ſolchen Stand erreicht hat, daß der Mechanismus wieder in Gang geſetzt werden kann; in der Nacht iſt dies aber nicht ſo leicht, denn man muß ſich dann, um ſich zu überzeugen, daß das Waſſer nicht zu hoch ſteigt und für das Werk verloren geht, häufig mit Licht nach dem Fluſſe begeben und demſelben zur Beobachtung des Waſſerſtandes ganz nahe treten, was manchmal mit Gefahr verbunden iſt.

Um dieſem Uebelſtande vorzubeugen, hat man Vorrichtungen angebracht wie in Fig. 1 (Seite 21), die aus einem Schwimmer A beſteht, der an einer ſteifen Stange befeſtigt iſt, die oben mit einer Nadel in Verbindung ſteht, welche an einem Halbkreiſe im Innern der Mühle oder Fabrik die Veränderungen des Waſſerſtandes anzeigt. In den meiſten Fällen aber ſchlafen die betreffenden Arbeiter ein, und wenn ſie erwachen iſt das Waſſer ſchon längſt über den Waſſerabſchlag abgefloſſen.

Es erfüllen alſo in ſolchem Falle die Schwimmer mit Nadel keineswegs den beabſichtigten Zweck; ein anderes aber iſt es mit dem in Fig. 2 dargeſtellten kleinen Apparat, deſſen Beſchreibung wir hier mittheilen.

An einer Stelle, wo der Fluß den Fuß des Fabriks- oder Mühlengebäudes beſpült, und ſo nahe als möglich von dem Raume, wo man den Waſſerſtand beobachten will, z. B. unter dem Stege, welcher gewöhnlich vor dem Waſſerrade über den Obergraben führt, wird der Apparat angebracht, welcher aus einer kupfernen hohlen Scheibe L mit einem ſtarken Eiſen- oder Kupferdraht beſteht, der mit einer Spitze endet und 0m60 bis 0m80 über den Steg hinausreicht. Damit aber die Scheibe von dem Waſſer nicht mit fortgezogen werden kann, ſchließt man ſie in eine kupferne Büchſe E ein, die unten behufs des Waſſereintrittes offen iſt, oben aber einen im Centrum mit einem Loche verſehenen Deckel hat, durch den der Draht des Schwimmers geht. Dieſe Büchſe wird mittels eines in der Mauer verankerten Ringes in einer feſten Stellung erhalten. Steht das Waſſer im Niveau der Kante des Ueberfalles, ſo berührt die Drahtſpitze eine Kupferplatte C, die ebenfalls in eine Spitze ausgeht und auf drei Glasfüßen auf einem in der Mauer befeſtigten Brett liegt. Dieſe Platte hat an ihrer Spitze ein Loch, worin man, ſtark angedrückt, damit die möglichſt innige Berührung ſtattfinde, einen Kupferdraht befeſtigt, der außer dem Punkt, wo die Berührung nothwendig iſt, mit Seide umwickelt wird. Dieſer Draht wird in dem Raume, wo ſich der Werkführer befindet, mit einem Schlagwerk S in Verbindung geſetzt.

Nächſt dem Draht des Schwimmers befindet ſich eine elektriſche Batterie P, deren Elementenzahl nach ihrer Entfernung von dem Schlagwerk beſtimmt wird. Der eine Pol dieſer Batterie ſteht durch einen Leitungsdraht mit dem

Digitized by Google

Draht des Schwimmers, etwas unterhalb seiner Spitze, in Verbindung, und damit das Fluidum an keiner andern Stelle als an dieser Spitze entweichen kann, so besteht der Schwimmerdraht aus zwei Theilen, die durch eine Glasröhre unter dem von der Batterie ausgehenden Draht verbunden sind. Der andere Pol der Batterie steht durch einen andern Kupferdraht mit dem Schlagwerk in Verbindung.

Steht nun der Wasserspiegel unter der obern Kante des Ueberfalles, so wird der Strom, da die Spitze des Schwimmerdrahtes die kleine Kupferplatte C nicht berührt, unterbrochen und das Schlagwerk ist unbeweglich; nimmt aber das Wasser seinen Stand wieder ein, so findet die Berührung statt, der Strom geht durch das Schlagwerk und setzt den Hammer der Glocke in Bewegung. Da die Anzahl der Elemente der Batterie sehr groß ist, so können so starke Glockentöne gegeben werden, daß ein eingeschlafener Mann darüber erwacht.

Wie der Apparat hier beschrieben, zeigt er nach einem momentanen Stillstande, um das Steigen des Wasserers abzuwarten, den Augenblick an, wo es angezeigt ist, das Rad in Bewegung zu setzen; will man aber das Wasser sowohl an seinem obern wie an seinem untern Niveau reguliren, d. h. will man von dem Moment in Kenntniß gesetzt sein, wo der Wasserstand so niedrig ist, daß nur eine ungenügende Bewegung stattfinden kann, so wird der Apparat dies ebenfalls angeben, wenn man an dem Punkt D unterhalb der Platte C eine andere Platte von derselben Form anbringt, die von einem an dem Draht des Schwimmers befestigten Stift d berührt wird, wenn der letztere bis zu dem bestimmten Niveau gesunken ist. Diese neue Platte wird mit der Batterie und mit einem zweiten Schlagwerk in Verbindung gesetzt.

Die Einrichtungskosten dieses Wasserstandsanzeigers sind im Verhältniß zu dem dafür geleisteten Dienst sehr gering, und die Unterhaltungskosten sind beinahe für gar nichts zu rechnen; der ganze Apparat aber nimmt einen so geringen Raum ein, daß er in einen kleinen Kasten gesetzt werden kann, wodurch er eine noch größere Sicherheit erhält.

---

# Die öffentlichen Wasserbauwerke in Hamburg *).

Ein Beitrag zum Neubau dieser Stadt.

## Erster Theil.

(Mit Abbildungen auf Blatt 699 bis 705 und auf Seite 23).

Der Wiederaufbau des durch den großen Brand vom 5. bis 8. Mai 1842 zerstörten Theils der Stadt Hamburg, nach einem durchweg neuen Grundplan, war von wesentlichem Einfluß auch auf die diesen Stadttheil durchschneidenden Kanäle und die darauf bezüglichen Bauanlagen.

Manche Veränderungen, wie z. B. das durch den neuen Grundplan bedingte Eingehen einiger unwesentlicher Nebenkanäle, die Regulirung von Uferlinien u. s. w. ergaben sich dabei gleichsam von selbst; zugleich aber wurde die sich darbietende so überaus günstige Gelegenheit auch in obiger Hinsicht zu durchgreifenden Verbesserungen benutzt, die zwar längst schon als fühlbares Bedürfniß sich herausgestellt hatten, deren Zustandekommen ohne den Brand aber mit kaum zu besiegenden Schwierigkeiten verbunden gewesen wäre, zum Mindesten unverhältnißmäßige Opfer würde erfordert haben.

Diejenigen Kanäle, von denen hier insbesondere die Rede sein wird, sind (siehe Situationspläne Blatt 699):

„das Bleichenfleet und die sogenannte kleine Alster nebst Mönkedammfleet,"

durch welche Kanäle die Alster (ein für Treibung von Mühlen ꝛc. zu großen Bassins in und bei Hamburg aufgestauter Nebenfluß) ihr Wasser der Elbe zuführt.

In dem obern Theil des Blattes 699 ist der betref-

*) Nach den von der technischen Commission bezüglich des neuen Stadtplans angegebenen allgemeinen Bestimmungen als Situation, Wasserstandsverhältnisse ꝛc. unter dem dermaligen Baudirector Wimmel und zum Theil mit Beirath des dermaligen technischen Consulenten der Baubehörde Ingenieur Lindley, entworfen und unter Assistenz von Mitarbeitern ausgeführt, so wie hier mitgetheilt von Bauinspector J. H. Maack.

Digitized by Google

*Elektrische Vorrichtung, um bei Fabriken u. Mühlen die mit Wasser arbeiten, vom Innern der Gebäude aus das Niveau des Aufschlagwassers beobachten zu können.*

*Fig. 2.*

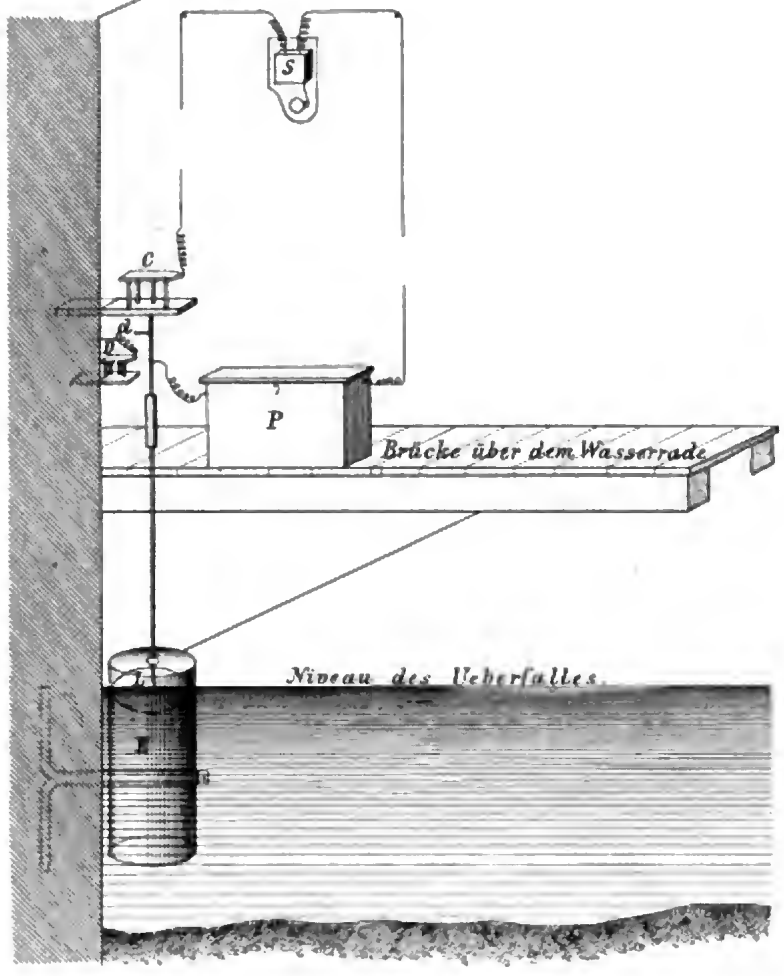
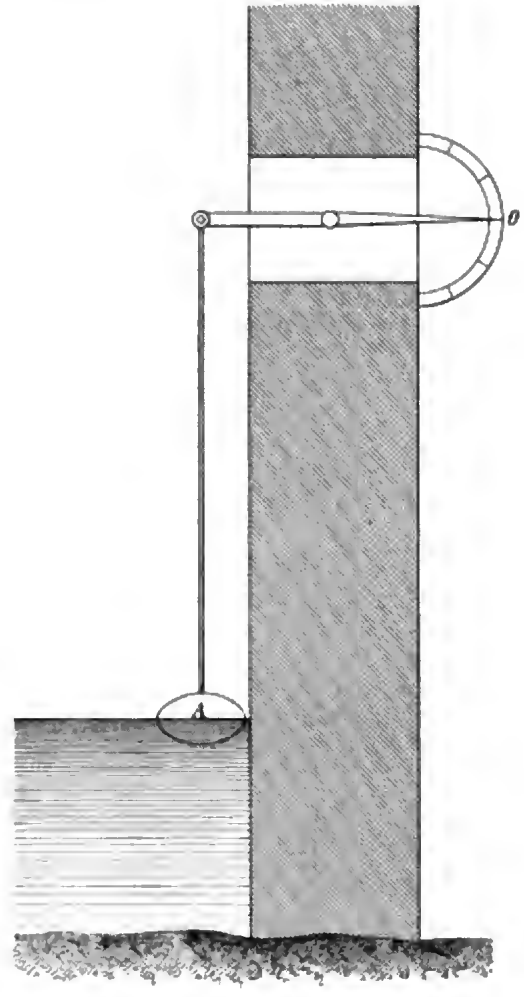


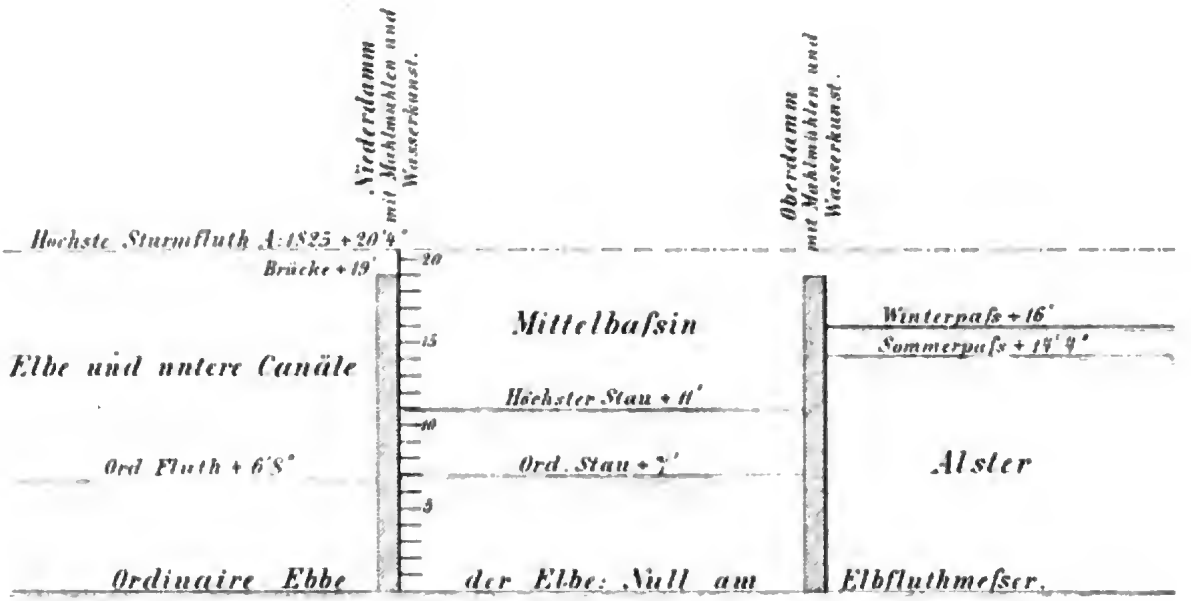

*Fig. 1.*

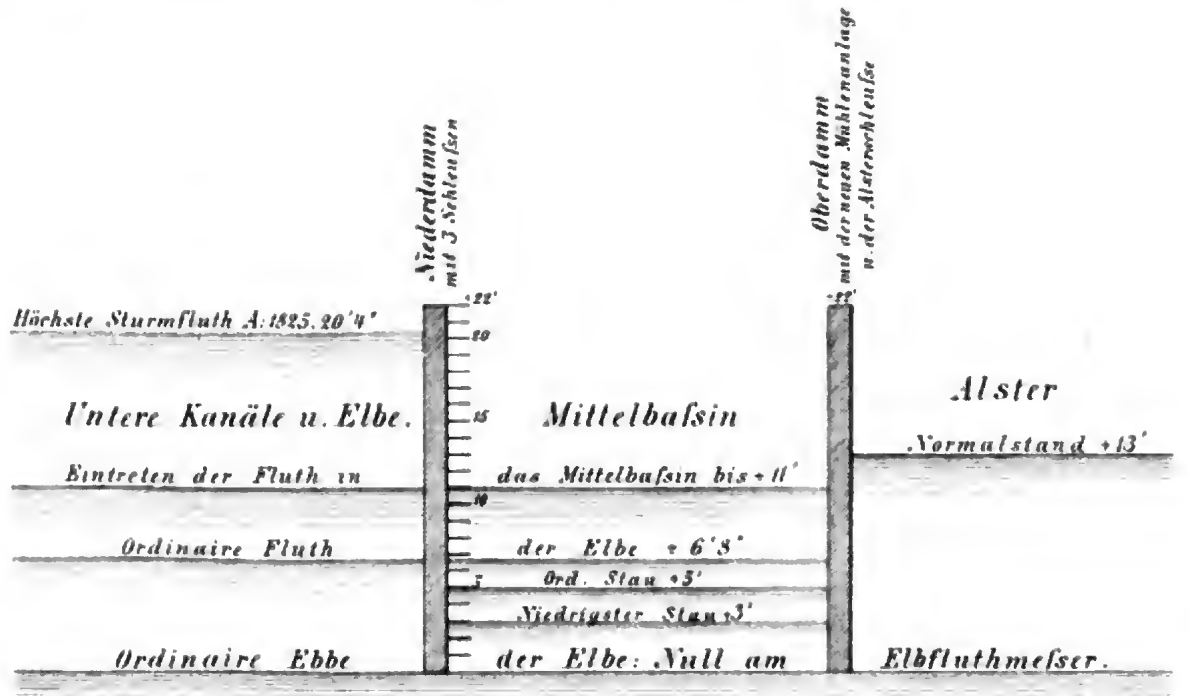



*Allgem. Bauzeitung 1865.*



Digitized by Google




*Allgem Bauzeitung 1865*

Digitized by Google

fende Stadttheil mit den obigen und sonstigen darin belegenen Kanälen, in der Ausdehnung, soweit er hier in Betracht kommt, in seinem Zustande vor dem Brande dargestellt, und der besseren Vergleichung halber darüber mit punktirten Linien der Neubau aufgetragen, wie er sich im untern Theil desselben Blattes vorfindet. — Im Uebrigen ist aus einem Grundriß der Stadt Hamburg, welcher unter den Abbildungen des 11. Bandes dieser Bauzeitung vom Jahre 1846 auf Blatt 72 zu dem Aufsatz über die Hamburger Sielanlagen enthalten, die Situation der obigen und übrigen Kanäle der Stadt, einerseits zur Elbe und anderseits zur Alster näher zu ersehen.

Gleichwie vor dem Brande, so sind auch gegenwärtig wieder das Bleichenfleet, die kleine Alster nebst Mönkedammfleet, an welchen, wie an den übrigen Kanälen der Stadt, meistens große Kaufmannsspeicher und Waarenläger sich befinden, als ein gemeinsames Bassin zu betrachten. Während nämlich die unterhalb belegenen Kanäle in freier Verbindung mit der Elbe stehen und daher gleichmäßig mit dieser bei der Fluth und Ebbe steigen und fallen, so wird in benannten Kanälen eine Stauung erhalten, die vor dem Brande wegen dermaliger Treibung einer zweiten Reihe von Mühlen zwar beträchtlicher war, aber ebenwohl aus Localitätsrücksichten jetzt wieder stattfindet, und das mit der Elbe erfolgende Ablaufen dieser Kanäle nur innerhalb einer gewissen Grenze zuläßt.

Es dürfte nicht uninteressant und in mancher Hinsicht des besseren Verständnisses halber erforderlich sein, bevor eine übersichtliche Darstellung der jetzigen Zustände erfolgt, die Beschaffenheit der betreffenden Gewässer mit Zubehör vor der Zeit des Brandes hier kurz vorzuführen.

Die obenbenannten Kanäle, zusammen als ein Mittelbassin anzusehen, waren vor dem Brande, Blatt 699, von der Alster durch den, den Jungfernstieg längs der Binnen-Alster bildenden „Oberdamm" geschieden, und unterhalb, wie unverändert beibehalten, gegen die mit der Elbe in freier Verbindung stehenden Kanäle, von dem Niederdamm, über welchen, siehe Situationsplan, der Straßenzug von der Ellernthorsbrücke bis über die Mühlenbrücke führt, begränzt *).

*) Ober- und Niederdamm bezwecken einen Aufstau der Alster vor dem Brande behufs Treibung zweier Reihen Mühlen nebst Wasserkünsten durch dieselbe. Vordem nahm letztere ihren freien Lauf auf dem Wege durch die „kleine Alster", das „Mönkedammfleet" und den „großen Kanal" in die Elbe. Nach von Heß Topographie wird bezüglich der Oberdammsmühlen auf das Jahr 1164, und der Niederdammsmühlen auf das Jahr 1246 zurückgegangen.



In der Scala auf Seite 23 Fig. 1 sind die Höhen der Wasserstände der Elbe so wie der dermaligen Wasserstandshöhen der Alster und des Mittelbassins über dem Nullpunkt am Elbfluthmesser oder der ordinairen Ebbe angegeben, woraus zu ersehen, daß der ordinaire Stau im Mittelbassin dermalen noch einige Zoll höher als die Höhe der ordinairen Fluth stand, und daß Nieder- und Oberdamm keine Sicherheit gegen die höchsten Sturmfluthen der Elbe gewährten.

Die obenerwähnten der Stadt gehörenden Kornwassermühlen befanden sich sämmtlich in einem veralteten Zustande, wozu noch kam, daß das durch die Ebbe und Fluth sehr variirende Gefälle der Alster sehr ungenügend war, zwei Mühlenreihen hintereinander einigermaßen vortheilhaft zu treiben und diese daher in einem höchst ungünstigen Abhängigkeitsverhältniß zueinander standen.

Mit den unterhalb belegenen Kanälen der Stadt stand das Mittelbassin nur auf einer einzigen Stelle in schiffbarer Verbindung, nämlich durch die im Niederdamm belegene, zunächst nach der kleinen Alster führende und einige Jahre vor dem Brande erneuerte Kastenschleuse unter der Brücke beim Grasskeller. Eine Schifffahrtverbindung zwischen den Kanälen des Mittelbassins und der Alster selbst, und somit zwischen der Alster und Elbe aber existirte überall nicht, was um so auffälliger erscheinen mußte, als der Alsterfluß weiter oberhalb schon in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts durch Schleusen schiffbar gemacht worden war, dermalen vornämlich eine schiffbare Verbindung auf diesem Wege mit der Stadt Lübeck bezweckend.

Der Zustand des zum Mittelbassin gehörenden Bleichenfleets war vor dem großen Brande ein über alle Beschreibung mangelhafter. Indem die Durchspülungs-Vorkehrungen von der Alster dahin ungenügend waren, auch dasselbe, siehe Blatt 699, nur allein durch den schmalen Querkanal mit der kleinen Alster in schiffbarer Verbindung stand, so war hier ein stagnirender und verschlammter Zustand desselben vorherrschend, der große Uebelstände herbeiführte. Dagegen hatte das Bleichenfleet für sich allein den Vorzug, durch einen am untern Ende desselben unter der Ellernthorsbrücke durchgelegten Damm und einer Schleuse in dem erwähnten, von der kleinen Alster dahin führenden Querkanal, gegen die Sturmfluthen der Elbe gesichert zu sein.

So war, kurz gefaßt, der Zustand der hier in Rede stehenden Gewässer und der darauf bezüglichen Bauanla-



Digitized by Google

gen. Daß dieser Zustand in fast allen Beziehungen nach gegenwärtigen Begriffen und Bedürfnissen ein veralteter und höchst unvollkommener war, ist leicht ersichtlich; in der That waren auch jene Mängel schon längst sehr fühlbar geworden, bis der große Brand Gelegenheit gab, ihnen allen auf Einmal in der umfassendsten Weise abzuhelfen.

Mit dem neuen Bauplan wurden folgende Verbesserungen ins Leben gerufen.

Indem es sich zunächst als vortheilhafter und zweckmäßiger herausgestellt, das Gefälle der Alster für die Folge nur für Eine Mühlenreihe, also ungetheilt, zu benutzen, so konnte um so mehr eine schon aus Localrücksichten sehr erwünschte Heruntersetzung des Wasserpasses der Alster für zulässig befunden werden, als der Nutzeffect der neuen Mühlen durch verbesserte Construction dennoch in Vergleich zu den alten zusammen ein größerer sein werde, und ungeachtet, ebenfalls aus Localrücksichten, ein gewisser Stau in den Kanälen des Mittelbassins auch fernerhin beizubehalten war.

Die neuen Wasserstandshöhen wurden daher, wie Fig. 2 (Seite 23) angegeben, festgestellt; darnach ist der Normalstand der Alster Winter und Sommer gleich, 13′ + Null, und der ordinaire Stau in den Kanälen des Mittelbassins 5′ + Null, welcher letztere jedoch in Bezug auf die neu angelegten Wasserbauwerke nach erfolgter Beseitigung zur Zeit noch vorliegender Localhindernisse heruntergesetzt werden kann auf 3′ + Null.

Beiläufig mag hier noch bemerkt werden, daß, während die Alsterbassins beim früheren Winterpaß von 16′ + Null einen Flächenraum von circa 42 Millionen Quadratfuß einnahmen, dieselben bei dem jetzigen Stande circa 33 Mill. Qdrf. betragen, wovon circa 30 Mill. Qdrf. auf das Außen-Alster-Bassin und circa 3 Mill. auf die Binnen-Alster-Bassins kommen.

Nächst der Bestimmung: „der Anlage der neuen Mühlen unter Benutzung eines unzertheilten und modificirten Gefälles der Alster," wurde ferner zur Ausführung beschlossen,

„die Herstellung einer schiffbaren Verbindung der „Alster mit der Elbe,"

„die Sicherung der Alster mit Einschluß der Kanäle „des Mittelbassins gegen die Sturmfluthen der Elbe," in Verbindung mit:

„Vermehrung der Schifffahrtswege nach diesen Ka„nälen von der Elbe her."

Waren dies zunächst diejenigen Bauanlagen, welche die Kanäle des Mittelbassins, die Alster und ihre angemessene Benutzung selbst betrafen, so waren außerdem über die obigen und sonstigen Kanäle innerhalb des neu erstehenden Stadttheils eine Anzahl neuer Brücken zu erbauen, an denselben Quaimauern aufzuführen, Landungsplätze und Treppen anzulegen, verbesserte Vorkehrungen zum Spülen todt auslaufender Kanäle herzustellen ꝛc., so daß nicht nur in diesem Gebiete der Baukunst ein reiches Feld technischer Wirksamkeit vorlag, sondern auch die hydraulische Architektur Gelegenheit fand, sich dabei in mannigfaltiger Gestaltung zu produciren.

Die neue Stadt-Wassermühle (siehe Situationsplan Blatt 609) hat ihren Platz am obern Ende des Bleichenfleets erhalten, oder es wurde hier vielmehr das Fleet an seinem obern Ende zu diesem Behuf theils überbaut, theils zugedämmt. Zwar mußte bei der Wahl dieses Platzes für die neue Mühle ein kostspieliger Zuleitungskanal von der Alster, unter den Grundstücken an und hinter dem Jungfernstieg durch, dahingeführt werden, doch war durch diese Verlegung das höchst werthvolle Areal der alten Mühlen in den besten und frequentesten Theilen der Stadt zur anderweitigen Bebauung gewonnen, und nebenher die neue Mühlenanlage am Bleichenfleet für dieses seither stagnirende Gewässer eine wahre Wohlthat.

Die neue Mühle enthält 12 Mahlgänge, wovon je zwei durch ein Kreiselrad getrieben werden, worauf die Alster bei ihrem Normalstande von 13 Fuß + Null, wenn das Rad nicht überfluthet, mit einem Gefälle von 8 Fuß wirkt.

Die Verlegung der Mühlen von der kleinen Alster an das Bleichenfleet ließ für die Anordnung der Schleusenanlage zur schiffbaren Verbindung der Alster mit der Elbe an der kleinen Alster freie Hand.

Wie aus dem Situationsplan zu ersehen, ist diese Schleusenanlage sammt den damit vereinigten Freigerinnen in die kleine Alster bis zur nächsten Parallelstraße hinter dem Jungfernstieg, bis wohin sich auch der Mühlenkanal erstreckt, zurückverlegt, so daß gegenwärtig diese Straße den Oberdamm bildet, und daher der frühere obere Theil der kleinen Alster jetzt zur Alster selbst gehört. Unter der über das Schleusenwerk führenden Brücke liegt die Schifffahrtschleuse, in der Kammer 90 Fuß lang und 18½ Fuß weit, zu beiden Seiten derselben die 27 Fuß weiten Freigerinne, neben welchen an der Unterseite gegen die kleine Alster geräumige Treppen hinunterführen. In der Kastenschleuse liegt der obere Drempel circa 7 Fuß über Null, der untere circa 1 Fuß unter Null.

Digitized by Google

Behuf Sicherung der Alster mit Einschluß der Kanäle des Mittelbassins gegen die Sturmfluthen der Elbe war es zunächst erforderlich, den Niederdamm über die Höhe der bekannten höchsten Sturmfluth zu bringen, wie dieses überhaupt bei allen niedrigeren Straßen innerhalb des abgebrannten Stadttheils maßgebend war (man vergleiche die in den Situationsplänen angegebenen Höhenzahlen). — In der Linie des Niederdammes beim Graskeller war eine Aufhöhung von circa 6 Fuß erforderlich, die hier mit einigen Schwierigkeiten deßhalb verbunden war, da der Brand die Häuser auf der einen Seite der Straße verschont hatte. Ungeachtet möglichster Miterhöhung des Trottoirs längs diesen Häusern mußte dasselbe jedoch, um mindestens ebenen Eingang in die Häuser noch zu behalten, mehrere Stufen niedriger als die Straße bleiben.

Demnächst handelte es sich um Vermehrung der schiffbaren Wasserverbindungen des Mittelbassins im Niederdamm und Versehung derselben mit Abschlußvorkehrungen gegen Sturmfluthen.

Gegen das Bleichenfleet war, wie oben bemerkt, ein derartiger aus einem Erddamm unter der Ellernthorsbrücke bestehender Abschluß bereits vorhanden, übrigens in demselben ein kleiner, verschließbarer, hölzerner Durchlaß befindlich, der, abgesehen davon, daß er sich bereits in einem abgängigen Zustande befand, zu klein war, um das Mahlwasser der neuen Mühlenanlage aus dem Bleichenfleet abzuführen. Da im Uebrigen der Plan: ein definitives Schleusenwerk unter der weiter unterhalb belegenen Pulverthurmsbrücke zu erbauen und den Damm unter der Ellernthorsbrücke alsdann fortzunehmen, vorläufig noch unausgeführt blieb, so wurde der obige Durchlaß mit Stau- und Sturmthüren gehörig versehen, in solcher Größe ebenwohl nur provisorisch neu erbaut, daß er sowohl reichlich das Mahlwasser abführen kann als auch eine Durchfahrt mit Schuten *) gestattet und in so weit dadurch zugleich eine directe Schifffahrtsverbindung des Bleichenfleets mit dem Niederhafen (Seeschiffhafen) hat hergestellt werden können.

In größern Dimensionen und hier auch zugleich in definitiver Weise wurde an der Ausmündung des Mönkedammfleets, allwo früher etwas weiter oberhalb die Niederdammsmühlen sich befanden, eine Stau- und Fluthschleuse im Niederdamm unter der Mühlenbrücke angelegt, welche, außer der Herstellung einer schiffbaren Verbindung mit dem „großen Kanal“ und den nach dem Oberhafen (Flußschiffhafen) führenden Kanälen, zugleich mit für den Abfluß des Alsterfreiwassers dient. Diese Schleuse ist im Lichten 32 Fuß weit, ihre Drempel liegen 2 Fuß unter Null.

Die Anbringung von Abschlußvorkehrungen gegen Sturmfluthen bei der bereits bestehenden nach der kleinen Alster führenden Graskeller-Kastenschleuse im Niederdamm hatte, bei zugleich für die neuen Verhältnisse erforderlicher Tieferlegung ihres Oberdrempels (mit dem unteren gleich, circa 1 Fuß unter Null) einen gänzlichen Umbau der oberhalb liegenden Hälfte dieser Schleuse sammt den zu beiden Seiten derselben liegenden Freigerinnen zur Folge, woselbst die Abschlußvorkehrungen unter der über die Schleuse führenden Brücke in ihrer gleichzeitig mitausgeführten Verbreiterung sich gegenwärtig befinden.

Bis 11 Fuß über Null (siehe die auf Seite 23 beigefügte Skizze) ist es den Elbfluthen verstattet, durch die obigen Schleusen ꝛc. des Niederdammes unbehindert in die Kanäle des Mittelbassins einzutreten. Steigt die Fluth höher, so werden mit 11 Fuß über Null sämmtliche Oeffnungen durch die Sturmthüren und Schützen des Niederdamms verschlossen und tritt damit zugleich eine Unterbrechung der Schifffahrt ein, auch kann selbstverständlich während dieser Absperrung weder die Wassermühle thätig sein, noch ein Ablassen von Alsterfreiwasser erfolgen.

Dieser letzte Punkt war allerdings geeignet, einige Bedenken zu erregen, doch findet sich dafür Ersatz einerseits in der Heruntersetzung des Wasserpasses der Alster bis auf 13 Fuß über Null, wodurch ihre großen Bassins ohne Nachtheil ausnahmsweise eine größere Quantität Wasser aufnehmen können, andererseits und hauptsächlich aber durch möglichst voraussichtliche Maßnahmen in Ansehung der Behandlung des Ablassens des Alsterfreiwassers selbst, und nur dadurch ist es möglich gewesen, daß während des jetzt 18jährigen Bestehens des neuen Alsterschleusenwerks selbst in den ungünstigsten Fällen des Zusammentreffens von Alster-Anschwellungen mit Sturmfluthen der Elbe eine zeitweilige Ueberschreitung der Alster nur ein einziges Mal bis zu circa 2 Fuß über ihren Normalstand von 13 Fuß + Null stattgefunden hat.

*) Schuten heißen hier diejenigen Fahrzeuge ohne Mast und Steuer, durch welche der Transport des Waarengutes zwischen den Seeschiffen und Speichern beschafft wird; auf beiden Enden spitz zulaufend ist die mittlere Gattung derselben circa 52 Fuß lang und 13 Fuß breit.

Digitized by Google

Behuf Erhaltung des Staues in den Kanälen des Mittelbassins erfolgt die Schließung der Schleusen ꝛc. des Niederdammes bei der Ebbe mit 5 Fuß über Null. So lange nun dieselben auf diese Weise geschlossen sind, kann die Schifffahrt nur durch die Graskeller-Schleuse noch stattfinden, da die übrigen Schleusen des Niederdammes nur einfache Stauschleusen sind. Je niedriger dagegen die Stauung im Mittelbassin gehalten würde, desto längere Zeit können natürlicherweise in jeder Tide alle Schleusen offen stehen, und durch alle eben so lange die Fahrt stattfinden; eine Herunterſetzung des Staues von 5 Fuß auf 3 Fuß über Null kann daher, nach erfolgter Beseitigung der noch im Wege stehenden Localhindernisse, wohin namentlich noch zu hoch belegene und ungeschützte Fundirungen älterer Privat-Grundstücke an den Kanälen gehören, für den Verkehr nur als Gewinn zu betrachten sein. Uebrigens ist durch die vorhandenen Schützöffnungen in den Schleusen des Niederdammes selbstverständlich dafür gesorgt, daß zur Zeit des Staues des Mittelbassins und unter Erhaltung desselben, sowohl die Mühle am Oberdamm unbehindert fortarbeiten, so wie auch Alsterfreiwasser in ausreichendem Maße abgelassen werden kann.

Die schon früher wegen Sicherung des Bleichenfleets bestandene Schleuse im Querkanal, zwischen diesem Fleet und der kleinen Alster, hat gegenwärtig nur noch den Zweck erforderlichenfalls das Bleichenfleet für sich allein gegen Sturmfluthen schon früher zu schließen, auch mitunter daſselbe, während die kleine Alster ꝛc. gestaut bleibt, wegen Grundarbeiten mit der Ebbe ganz ablaufen zu lassen. Außerdem gewährt sie den Vortheil, daß die Sielspülungen, welche von der kleinen Alster aus öfter erfolgen und zu welchem Ende dieselbe auf den Stand von 11 Fuß über Null gesetzt und erhalten wird, vom Bleichenfleet unabhängig beschafft werden können, die Mühle am Bleichenfleet daher auch zu solchen Zeiten unbehindert fortarbeiten kann.

Zu den übrigen neuen Wasserbauanlagen im neuerbauten Stadttheil gehören insbesondere die Umgestaltung des Kolks am obern Ende der kleinen Alster, siehe Situationsplan, zu einem eingeschränktern regelmäßigen Bassin (gegenwärtig zur Alster selbst gehörend, und das Schlußbassin derselben bildend), so wie die Regulirung des Mönkedammfleets.

Das behuf entsprechender Ausdämmung des vormals bis 33 Fuß unter Null tiefen Alsterkolks erforderliche Material war, wie bei allen anderweitigen Ausdämmungen und Aufhöhungen, so unter andern auch zur Bildung des Alsterdammes, durch welchen gegenwärtig die Promenade rings um die Binnen-Alster geführt ist, in dem Schutt der großen Brandstätte im Ueberfluß vorhanden. Wie sehr überhaupt durch diese Ausdämmungen sowohl als durch das Eingehen verschiedener Nebenkanäle sammt den oberen Theilen von Bleichen- und Rödingsmarktfleet an höchst werthvollem Terrain gewonnen wurde, ergibt die Vergleichung beider Grundrisse miteinander.

Am untern Ende der Reesendammsquaimauer, welche das Schlußbassin auf der linken Seite einfaßt, liegt im Winkel eine große quadratförmige Landungstreppe; eine kleinere befindet sich gegenüber vor den Hausvorsetzen der Alster-Arcaden. — Ebenfalls ist die Binnen-Alster am Jungfernstieg, dem Neuenwall gegenüber, so wie am Alsterdamm beim Alsterthor mit Landungsplätzen versehen worden; ersterer, an deren Stelle früher ein ebenfalls in den Flammen aufgegangener öffentlicher Pavillon stand, für Lustböte, denen sich in neuester Zeit auch die Dampfschifffahrt auf der Alster beigesellt hat, letzterer zum Anlegen für Schiffe mit Lebensbedürfnissen und Brennmaterial bestimmt.

Das Mönkedammfleet, welches früher den Niederdammsmühlen das Wasser zuführte und auf beiden Seiten bebaut war, wurde auf eine gleichmäßige Breite eingeschränkt, längs der linken Seite desſelben nach dem neuen Bauplan eine auf die Börse zu führende Straße angelegt und dieſelbe mit einer Quaimauer eingefaßt, an deren Endigungen sich Landungstreppen befinden.

Das schmale Steinwietenfleet, welches, siehe Situationsplan, ohne obere Ausmündung endigt, und woſelbst weiter unterhalb der Ausbruch des großen Feuers stattfand, wurde durch möglichste Einziehung der Grundstücke auf der einen Seite verbreitert und demſelben ein neuer Spülkanal vom Mönkedammfleet zugeführt.

Das abgekürzte Rödingsmarktfleet erhielt am obern Ende einen halbkreisförmigen Abschluß mit zu beiden Seiten hinunterführenden Treppen, so wie entsprechende Verlängerung seines Spülkanals.

In Ansehung der zur Herstellung der Straßenverbindungen über die Kanale nach dem neuen Grundplan erforderlichen Brücken konnte es für den Neubau als ein günstiger Umstand angesehen werden, daß die früheren Brücken fast sämmtlich von Holz waren und als solche meistentheils auch vom Feuer mit zerstört wurden.

Digitized by Google

Zu den neuerbauten Brücken gehören:

Ueber die Alster: die Reesendammsbrücke im Jungfernstieg;

in der Linie des jetzigen Oberdamms: die Postbrücke am obern Ende des Bleichenfleets, über die Ausmündung des Mühlenkanals und des Mahlwasser-Abflusses, und die Schleusenbrücke, an der kleinen Alster über dem Alsterschleusenwerk.

Weiter unterhalb über das Bleichenfleet, die Bleichenbrücke, und in gerader Verlängerung über die kleine Alster, die Adolphsbrücke.

Aus der Vergleichung beider Situationspläne ist zu ersehen, daß vor dem Brande eine Straßenverbindung über die obigen beiden Kanäle, in der Linie der Postbrücke und Schleusenbrücke nicht existirte. — Die Bleichen- und Adolphsbrücke dagegen waren dermalen nur Fußbrücken, so daß die circa 2000 Fuß lange Straße, der Neuewall, im belebtesten Theile der Stadt, vor dem Brande für Fuhrwerk nur von seinen Enden aus erreichbar war. Nach Maßgabe der Verbreiterung dieser Straße erfolgte auch die Verbreiterung der darin belegenen steinernen Brücke über dem mehrerwähnten Verbindungskanal zwischen der kleinen Alster und dem Bleichenfleet, welche Verbreiterung sich daselbst über der Thorkammer der dortigen Schleuse erstreckte; aus gleicher Ursache mußte auch die erst im Jahre 1840 neu erbaute Altenwallbrücke, am obern Ende über das Mönkedammfleet, unter Veränderung ihrer Richtung verbreitert werden, und da dieselbe in Folge Höherlegung der neuen Straße auch eine wünschenswerthe höhere Durchfahrt erhalten konnte, so erfolgte zugleich eine entsprechende gänzlich neue Einwölbung derselben.

Von den Brücken in der Linie des Niederdammes wurden neu erbaut: die Mühlenbrücken, am untern Ende des Mönkedammfleets über die dortige Schleuse führend; ferner verbreitert: die Brücken über die Graskellerschleuse, so wie auch späterhin die Ellernthorsbrücke am untern Ende des Bleichenfleets, letztere im Uebrigen unzusammenhängend mit dem Neubau des abgebrannten Stadttheils.

An Brückenbauten über die unteren Kanäle kamen vor, siehe Blatt 699 Fig. 2, zwei Brücken über das Steintwietenfleet; ferner die Börsenbrücke, in der neu angelegten Straße vom südöstlichen Theile der Stadt auf die Börse zuführend; die Trostbrücke, über den großen Kanal zunächst unterhalb der Mühlenbrücke, und weiter unterhalb über jenen Kanal, die Holzbrücke mit dem Landungsplatz am Hopfenmarkt.

Die vorstehend ausgeführten Wasserbauwerke sind die wesentlichsten, wie selbige theils bei Bestimmung des Grundplanes vom neuen Stadttheil zur Berücksichtigung kamen, theils aus ihm weiter hervorgegangen sind; einige andere mehr unwesentliche mögen hier übergangen werden, es sei denn, daß noch anzuführen wäre die Aufführung einer nicht unbeträchtlichen Anzahl von Hausversetzen der expropriirten Grundstücke an den obigen Kanälen auf Stadtrechnung, namentlich da, wo diese Versetzen an die öffentlichen Bauwerke gränzten, deren Kosten später von den Käufern obiger Grundstücke wieder ersetzt wurden, und wodurch diese zugleich jenes zeitraubenden Grundbaues ihrerseits enthoben waren.

Die betreffenden Bauwerke sind mit ein paar Ausnahmen (die Trostbrücke und der Durchlaß unter der Ellernthorsbrücke) sämmtlich in definitiver Weise ausgeführt. In der Hauptmasse aus Backsteinmauerwerk bestehend, ist zu allen Einfassungen und Bekleidungen im untern Theil des Bauwerks gegen das Wasser Granit, im obern Sandstein verwendet. Fast sämmtlich auf Pilotagenrost fundirt, hat nur bei dem Alsterschleusenwerk, der Schleuse unter der Mühlenbrücke und der Mönkedammsquaimauer eine Ausnahme stattgefunden, indem das erstere eine Betonfundirung erhalten, die andern auf dem natürlichen Boden unmittelbar angelegt worden sind.

Alle Bogenbrücken sind ebenfalls von Stein; wo bei den definitiven Brücken gerade Decken vorkommen, wie namentlich über den Schleusen mit Sturmthüren, bestehen selbige aus gußeisernen Balken mit dazwischen gelegten Sandsteinplatten und einer Betonlage mit Asphaltpflasterung.

Bei den gewölbten steinernen Brücken sind deren Bögen nach erfolgter Uebermauerung derselben zur Abhaltung der Feuchtigkeit mit einer Asphaltbedeckung versehen worden; die in dieser Weise behandelten Brücken haben ein in Sand gelegtes Granitpflaster in der Fahrbahn; wo ausnahmsweise die Fahrbahn auf Betonunterlage selbst asphaltirt worden, ist obige Asphaltirung weggefallen und statt dessen über den Bögen nur ein Mörtelueberzug hergestellt.

Die Trottoirs auf den Brücken sind in Uebereinstimmung mit denjenigen in den Straßen entweder mit Sandsteinplatten belegt oder asphaltirt worden.

Die Brücken sind mit Geländern, entweder von Sandstein oder Gußeisen versehen.



Digitized by Google

Ungewöhnlich große Dimensionen kommen nach Beschaffenheit der Localität und des Zweckes bei den betreffenden Bauwerken eigentlich nicht vor; so konnten z. B. die Spannweiten der Brückenbögen schon aus dem Grunde keine sehr bedeutenden werden, als die Höhe der Straßen über dem Elbe- und Alsterstand nur eine verhältnißmäßig geringe ist, obschon die Bögen selbst meistens möglichst flach gehalten sind; im Uebrigen erforderten nichts desto weniger bei manchen Bauwerken, namentlich solchen, bei welchen verschiedene Zwecke zu vereinigen waren, eine zweckmäßige Anordnung derselben viel Studium und Ueberlegung und ebenfalls waren bei der Ausführung besonders in Bezug auf Fundirung und Umgebung oft große Schwierigkeiten zu überwinden.

Nach der vorstehenden übersichtlichen Darstellung der betreffenden Bauwerke, resp. in ihrem Zusammenhange und ihrer Beziehung zu einander, möge die Vorführung derselben nunmehr selbst folgen und mit den das Alsterschlußbassin umgebenden Bauwerken begonnen werden.

Vorgängig wäre noch zu bemerken, daß der Hamburger Fuß sich gleichstellt mit: 0,906 Wiener Fuß, 0,913 rheinl. Fuß, 0,94 engl. Fuß, 0,286 Meter.

Die das Alsterschlußbassin umgebenden Bauwerke bestehen, siehe Situationsplan Blatt **700**, an seinem obern Ende aus der „Reesendammsbrücke", am untern aus dem „Alsterschleusenwerk mit der darüber führenden Brücke", an der linken Seite aus der „Reesendammsquaimauer" mit der sich daran schließenden großen Landungstreppe, und an der rechten aus den Alster-Arcaden-Vorsetzen nebst Landungstreppe.

### 1. Die Reesendammsbrücke (Blatt 700 u. 701).

Die früher an derselben Stelle belegene Brücke, vergl. Stadtpläne Blatt **699**, führte über das vormalige Alsterfreigerinne. Mit Verlegung dieses Bauwerks nach dem untern Ende des gegenwärtigen Alsterschlußbassins wurde eine freie Verbindung zwischen diesem und der Binnen-Alster hergestellt und mußte daher auf ein entsprechend erweitertes Durchflußprofil unter der neu zu erbauenden Brücke Rücksicht genommen werden. Neben den sonstigen Abflüssen der Alster hatte sich bei einer gegebenen Tiefe von 6 Fuß unter dem Alsterwasserstande von 13 Fuß über Null dafür eine lichte Weite von 126 Fuß erforderlich erwiesen, welche Weite bei der verhältnißmäßig geringen Straßenhöhe auf fünf Bogenöffnungen vertheilt wurde, und zwar, siehe Zeichnung, in der Art, daß bei $\frac{1}{6}$ der Weite für die Pfeilhöhe der Bögen und einer Ansteigung von den Enden der Brücke nach ihrer Mitte von circa 9 Zoll und bei gleicher Dicke des Brückenkörpers, über den Bogenschluß gemessen von circa 3 Fuß, der mittelste Bogen eine Weite von 28 Fuß, jeder Endbogen eine Weite von 23 Fuß und jeder der Zwischenbogen eine Weite von 26 Fuß erhalten hat.

Die Stärke der Pfeiler beträgt bei einer Höhe von $11\frac{1}{4}$ Fuß 3 Fuß 8 Zoll, die der Widerlagsmauern 10 Fuß und der Gewölbe an den Widerlagern 25 Zoll, im Schluß 20 Zoll; wo es jedoch die Höhe zuließ und für erforderlich gehalten wurde, siehe Längenprofil Blatt **701**, ist die Stärke der Gewölbe von 25 Zoll gleichmäßig durchgeführt worden. — Die Backstein-Brückengewölbe bestehen aus zwei Ringen, wovon der untere eine Stärke von 15 Zoll oder $1\frac{1}{2}$ Stein hat.

Obige Brücke zeichnet sich insbesondere durch ihre große Breite aus, indem, siehe Situationsplan, zugleich die Promenade des Jungfernstiegs mit unwesentlicher Einschränkung ihrer Breite darüber führt und wonach die Brückenbreite von Stirnmauer zu Stirnmauer gemessen, auf dem einen Ende $106\frac{1}{2}$ Fuß, auf dem andern in Folge der sich erweiternden Fahrstraße 120 Fuß beträgt.

Die Brücke sammt ihren Flügeln ist, siehe Zeichnung, auf einem Pilotagenrost fundirt, dessen Pfähle bei einer Länge von 25 bis 35 Fuß die erforderliche Festigkeit erreichten. —

Den Alsterfluß hier kreuzend, ist das Stadtsiel für die Aufnahme und Fortschaffung der Abflüsse aus den Häusern und Straßen unter dieser Brücke durch dessen Pilotagenrost geführt, und erschien es nicht nur deßhalb, sondern bei der großen Breite der Brücken überhaupt, und um den Grund in den Brückenöffnungen selbst vor jeglicher Ausspülung zu sichern, angemessener, statt der sonst erforderlichen Umschließung der Pfeiler- und Widerlagerfundamente mit Spundwänden zur Sicherung gegen Unterspülung, den 5zölligen Bohlenbelag des Rostes über den ganzen Brückengrund durchzulegen und das Grundwerk nur längs beiden Stirnfronten und bis zu Ende der Flügelmauern sich daselbst erstreckend, mit Spundwänden einzufassen. — Wie aus der Zeichnung zu ersehen, ist benanntes Siel von Mauerwerk 4 Fuß 9 Zoll weit und eben so hoch, für sich zwischen 4zöll. Spundwänden unter dem hölzernen Boden der Brücke durchgeführt und mit gußeisernen Platten wasserdicht bedeckt; dasselbe liegt unter der Brücke circa 4 Fuß tiefer wie in der Straße zu beiden Seiten der Brücke, weßhalb es hier den Namen „Dücker"

Digitized by Google

führt. In den Widerlagern und Pfeilern der Brücke befinden sich über dem Siel Entlastungsbögen.

Die vortretenden Pfeilerköpfe, siehe Grundriß und Längenprofil, sind mit Dammfalzen versehen, um erforderlichenfalls bei unterhalb am Schlußbassin etwa vorkommenden Grundarbeiten schnell und leicht hier eine Abdämmung herstellen zu können, wie denn auch, so lange das unterhalb belegene Alsterschleusenwerk noch nicht vollendet war, bei der neu erbauten Brücke eine derartige interimistische mit Schützen versehene Stauvorkehrung bestand.

Die Brücke, in ihrer Hauptmasse aus Ziegelmauerwerk bestehend und zwar auf den äußern Flächen excl. Bogenunterseiten, von gelben, im Uebrigen von rothen 10zöll. Steinen, ist bis zum Wasserstande von 13 Fuß + Null in Tarrasmörtel, im Uebrigen in Roman-Cementmörtel gemauert. Zum Tarrasmörtel sind auf 1¾ Maßtheil frisch gelöschten fetten Kalk, gelöscht gemessen, 1¼ Maßtheil Tarras und 3 Maßtheile Sand genommen. Der Cementmörtel besteht für das schlichte Mauerwerk aus 1 Maßtheil Cement und 2 Maßtheilen Sand, und zu den Brückenbogen aus Cement und Sand zu gleichen Theilen; zum Mauern und Uebersetzen des Sieldückers, so wie zum Fugen wurde reiner Cement genommen.

Zur Bekleidung und Einfassung der Pfeilerköpfe und Flügelmauern ist norwegischer Granit von feinem Korn und röthlicher Färbung verwendet. Alle Abdeckungen so wie die Kranzleisten der Bögen, das Brückengesims und die Geländer sammt Postamenten sind von Weser-Sandstein aus den Brüchen von Oberkirchen. Die auf letzteren errichteten Candelaber, so wie die mit Löwenköpfen versehenen Medaillons auf den Brückenstirnen sind von Gußeisen.

Die ziemlich flachen Brückenbögen, bei welchen nach Herausnahme der Lehrbögen keine Setzung weiter verspürt worden, haben über der Aufmauerung einen ¾ Zoll starken Cementmörtelüberzug erhalten. Der Raum darüber bis unter der Pflasterung ist mit Beton ausgefüllt, bestehend aus 2 Theilen Steinmaterial und 1 Theil Tarrasmörtel. Promenade und Trottoir wurden über dem Beton auf einer Unterlage von Mauersteinen in der flachen Kante mit Asphalt ½ Zoll stark belegt, und die Fahrstraße mit einer Holzpflasterung versehen, welche indessen nach erfolgter Abgängigkeit durch ein 3 Zoll starkes Asphaltpflaster, bestehend aus 2 Lagen à 1½ Zoll, ersetzt wurde. — Für Ableitung des etwa eindringenden Regenwassers ist durch in den Pfeilern eingemauerte und unter Wasser ausmündende gußeiserne Röhren gesorgt.

Während zur Erhaltung des Straßenverkehrs für die Zeit des Baues eine 526 Fuß lange und 33 Fuß breite Fahrbrücke durch die Binnen-Alster angelegt werden mußte, so war es die Absicht, den rechtseitigen Widerlager- und Pfeilerbau zuvörderst auszuführen, um so lange noch das im Bereich der anderen Hälfte der neuen Brücke liegende alte Freigerinne für den Abfluß des Alsterwassers zu benutzen, demnächst diesen Abfluß durch die erste fertige Hälfte des neuen Brücken-Unterbaues vermittelst eines darin zu errichtenden provisorischen Schützwerks zu leiten, und alsdann den Pfeiler und Widerlagerbau der linken Seite auszuführen.

Gegen die Seite des alten Freigerinnes konnte jedoch bei sich unthunlich erwiesener gänzlicher Wegräumung aller im Grunde vorgefundener Hindernisse kein wasserdichter Abschluß erzielt werden, so daß dieses Vornehmen aufgegeben und für den einstweiligen Abfluß des Alsterwassers ein benachbartes altes Mühlengerinne mit nicht unwesentlichen Kosten eingerichtet werden mußte, was in der That auch für den Brückenbau und namentlich für das Grundwerk, welches bei nun erfolgender Abdämmung der ganzen Baustelle auf Einmal ausgeführt werden konnte, das Vortheilhafteste war und die erforderlichen Mehrkosten reichlich aufwog.

Mit dem Bau obiger Brücke wurde im November 1843 begonnen, derselbe wurde mit Ende des Jahres 1844 im Wesentlichen vollendet, und auch noch am 21. December jenes Jahres die Passage über die neue Brücke auf einem provisorisch gelegten Steinpflaster eröffnet.

Die Gesammtkosten des Baues incl. der Nothbrücke und des Sieldückers, jedoch excl. der Pflasterungen, als Gegenstand der Straße selbst, haben betragen: 94,208 Thlr. Nach Abzug der Kosten der Nothbrücke mit 5520 Thlr. und des Sieldückers mit circa 4800 Thlr., bleiben für die Brücke an und für sich 83,888 Thlr. Da die mittlere Breite der Brücke 113½ Fuß, ihre Länge bis über die Widerlager gemessen, 160⅞ Fuß beträgt = 18235⅞ Quadratfuß Brückenfläche, so kommt demnach der Quadratfuß dieser vom Boden bis zur Straße durchschnittlich 17¼ Fuß hohen Brücke mit Einschluß ihrer vier circa 15 Fuß langen Flügelmauern auf 4⅝ Thlr. zu stehen.

### 2. Das Alsterschleusenwerk mit der darüber führenden Brücke (Blatt 700, 702—704).

Dieses Schleusenwerk besteht aus der die Alster mit der Elbe verbindenden Kastenschleuse und den Freigerinnen



Digitized by Google

zu beiden Seiten derselben und hat dabei, siehe Zeichnung, eine solche Anordnung getroffen werden können, daß die 3 Bögen der über dieses Schleusenwerk führenden Brücke eine gleiche Weite erhalten haben.

Die Schleuse für ein mittleres Wassergefälle von 8 Fuß angelegt ist in der Kammer gemessen 90 Fuß lang und 18½ Fuß weit, durch ein Paar Zwischenthüren, siehe Zeichnung, kann, wenn der ganze Raum der Kammer nicht zur Durchschleusung erforderlich ist, behufs Wassererspariß für die Alstermühle nach Umständen die eine größere oder die andere kleinere Abtheilung zur Zeit benutzt werden*). Der obere Thordrempel liegt genau 6 Fuß 10 Zoll über Null oder 2 Zoll niedriger als der Boden der Reesendammsbrücke, die unteren Drempel auf 1 Fuß 2 Zoll unter Null oder 8 Fuß tiefer.

Die Weite jedes der beiden Freigerinne beträgt 27 Fuß 2 Zoll, oberhalb der Schützenwand liegt ihr Boden im tiefsten Punkt 9 Zoll über Null und senkt sich von dort bis zur Ausmündung bis 1 Fuß unter Null, im Uebrigen liegt die Grundschwelle der Schützenwand in den Freigerinnen 2 Fuß 4 Zoll über Null in ihrem tiefsten Punkte. Sowohl die Schleuse wie die Freigerinne haben, siehe Zeichnung, gewölbte steinerne Böden.

Die über das Schleusenwerk in nicht völlig rechtem Winkel führende Brücke ist 42¼ Fuß breit; ihre 27 Fuß 2 Zoll weiten Bogen haben wie bei der Reesendammsbrücke ⅛ der Weite zur Höhe, im Uebrigen liegt der Anfallspunkt der Brückengewölbe bei der circa 8 Zoll betragenden Ansteigung auf die Brücke an den Widerlagern um eben so viel niedriger als an den Mittelpfeilern. — Die zu beiden Seiten des Schleusenwerks sich bildenden Vorlagen sind zur Herstellung von geräumigen Landungstreppen benutzt. Von dem Podeste der einen dieser Treppen gelangt man in eine unter dem Straßentrotoir befindliche Casematte für den Schleusenwärter und seine Geräthe.

Die Durchgänge zu beiden Seiten der Schleusenkammer liegen wegen mangelnder Höhe unter der Brücke um ein paar Stufen vertieft; sie sind mit niedriger Stangenbefriedigung versehen, auch deren exponirte Mauerkante am Wasser mit Gußeisen armirt.

Obiges Bauwerk, bei welchem nach Maßgabe der Beschaffenheit des Bodens, von einer meistens sonst für hiesige Oertlichkeit erforderlichen Pilotage hat abgestanden werden können, ist, siehe Zeichnung, auf einer Betonbettung fundirt, welche ringsum mit einer 8zölligen mit Strebepfählen an ihrer äußeren Seite versehenen Spundwand eingefaßt ist. Die Stärke dieser Betonfundirung beträgt an ihren schwächsten Stellen, unter dem Scheitel der gewölbten Böden, 3 Fuß. — Hinsichtlich der Art und Weise der Steinmaterialienverwendung zu diesem Bau ist im Wesentlichen wie bei der Reesendammsbrücke verfahren worden, nur daß zur Einfassung der Bogenstirnen des Bodens, so wie zu den unteren Schlaggebinden (deren Anschlagschwellen jedoch ebenfalls Granit), welche Theile beständig unter Wasser liegen und daher vom Froste nicht zu leiden haben, sächsischer (Posselwitzer) Sandstein verwendet worden ist; ferner bestehen hier auch die Brückengewölbe in ihren Unteransichten aus gelben Steinen. Die Mauerung des Bauwerks mit Tarrasmörtel hat bis zur Höhe der Schleusenmauern oder bis 15 Fuß über Null stattgefunden, für den übrigen obern Theil ist Roman-Cementmörtel ähnlich wie bei der Reesendammsbrücke verwendet worden.

Das Steinmaterial zur Betonfundirung bestand aus einem natürlichen Steingemenge von der Größe eines Hühnereies bis zur Erbse, das Bindematerial vornehmlich aus Tarrasmörtel, letzterer nach dem Verhältniß bestehend aus 1¼ Maßtheil frisch gelöschten fetten Kalk, 1¼ Maßtheil Tarras und 2 Theilen Sand; 5 Kbkf. Kalk, 6 Kbkf. Tarras und 8 Kbkf. Sand lieferten mit dem erforderlichen weiteren Zusatz an Wasser 14¼ Kbkf. Mörtel. — Zum Beton wurden auf 10 Kbkf. Steingemenge 5 Kbkf. Mörtel erfordert, in Kasten eingeworfen und schlicht gemessen; diese Quantitäten miteinander vermengt, ergaben zunächst 11 Kubikfuß Beton, welches Volumen jedoch nach Einbringung an seinem Platze in der Baugrube in Folge Comprimirung um 1 Kbkf. sich verminderte. Hiernach gehört also zu einer fertig an Ort und Stelle hergestellten Betonmasse eine eben so große an Steingemenge und eine halb so große an Mörtel.

Uebrigens bedient man sich auch in manchen Fällen mit geringeren Kosten statt des natürlichen Steingemenges zerschlagener Ziegelbrocken, welche, obwohl weniger specifisch schwer, um so fester mit dem Mörtel sich verbinden; in allen Fällen ist darauf zu sehen, daß das Steingemenge frei von erdigen Theilen ist.

Hinsichtlich des Verfahrens beim Einbringen des Betons in die trocken gelegte Baugrube möge hier bemerkt werden, daß der Beton von einer gewissen Höhe in letztere

*) Wegen meistens unterbliebener Mitbenutzung obiger Zwischenabtheilung ist eine Wiedererneuerung ihrer Schleusenthüren einstweilen unterblieben.

Digitized by Google

hinunter geworfen wurde. Zu diesem Ende wurden über der Baugrube leichte Transportbrücken errichtet, deren sich zwei in einer Entfernung von 16 Fuß beieinander befanden, so daß, wenn längs der ersten die Einbringung des Betons beschafft war, auf der zweiten Brücke wieder von einem bis zum andern Ende derselben ohne Unterbrechung mit der Arbeit fortgefahren werden konnte, und so weiter durch jedesmalige Verlegung der einen Brücke hinter die andere. Diese Transportbrücken befanden sich in einer Höhe von 20 Fuß über dem Grunde, der in Karren herangeschaffte Beton wurde auf der Brücke selbst ausgestürzt und mit Schaufeln in die Baugrube derartig geworfen, daß die damit gebildete Fundirung sich sogleich in ihrer ganzen Stärke formirte und schließlich nur in der Oberfläche planirt zu werden brauchte. Bei jeder neuen Bahn wird der etwa schon angetrocknete Beton im Grunde an seiner freien Seitenfläche wieder angenäßt, um mit dem frisch eingebrachten sich gut zu verbinden. Das Einwerfen des Betons von einer gewissen Höhe in die Baugrube gewährt einen doppelten Vortheil; einmal comprimirt sich die Masse an und für sich besser, und zweitens bewirkt es ein sofortiges kräftiges Eindringen derselben in die durch Quellen und Wasserzüge aufgelockerte Oberfläche des Bodens. Uebrigens wurde Sorge getragen, da es unthunlich, die aufsteigenden Quellen durch Ueberschüttung mit Beton direct nieder zu halten, den Auslauf jener beim Einbringen des letztern nach vorwärts zu verdrängen, so daß sie, falls nicht schon successive sich dabei verlierend, entweder ihre Ausmündung einstweilen durch zu diesem Ende in die Umfassungsspundwand gebohrte Löcher fanden, die nach Vollendung des Unterbaues wieder zugespundet wurden, oder man leitete auch vorkommende größere Quellen in einen geeigneten Punkt zusammen und faßte sie in dem darüber befindlichen Mauerwerk ein, so daß sie darin wie in einer Röhre aufsteigen konnten.

Die Füllung der Schleusenkammer geschieht, siehe Zeichnung, vermittelst Durchlässe von den Freigerinnen aus, während die Entleerung durch vorhandene Schützen in den untern Schleusenthüren erfolgt.

Die Schleusenthüren sind von Holz, deren Schützen sowie die der Durchlässe und ferner auch die über die Schleusenthüren führenden Laufbrücken von Gußeisen. Auf Bl. 703 ist sowohl ein Durchlaß mit Zubehör als auch eine der unteren Schleusenthüren mit Schütze im vergrößerten Maßstabe dargestellt.

Die Schützwerke in den Freigerinnen sind ganz aus Eisen, vornehmlich Gußeisen, construirt; ihre Construction ist auf Blatt 704 näher zu ersehen. In seinen Haupttheilen besteht darnach jedes Schützwerk:

aus dem Rahmwerk mit dem Stützbalken auf der Unterseite und der Bekleidung in der oberen Hälfte auf der Oberseite,

aus der Windebrücke nebst Geländer und aus den 6 Schützen nebst ihrem Windewerk und sonstigem Zubehör.

Beim Rahmwerk umfassen die angegossenen Flanschen der in die Bodenquader eingelassenen Schwellstücke den Fuß der Schützenständer, welchen sie dadurch halten, während diese Flanschen durch ihre Verschraubung miteinander die Schwellstücke zu einem Ganzen verbinden. Der Querschnitt der Ständer in der Höhe der Schützenöffnungen ist hohl gegossen und hat eine spitz ovale Form, darüber bilden dieselben sich in Rippenform; sie endigen, oben vorwärts sich neigend, mit einem cylindrischen Kopf, in welchem sich die Lager der Wellen für das Gegengewicht der Schützen befinden.

Die Querverbindung dieser Ständer wird einestheils bewirkt durch den über den Schützenöffnungen angebrachten horizontalen Balken, gegen welchen sich das Schützwerk mit dem davor lastenden Wasserdruck stützt, anderntheils durch das gegenüber liegende Einfassungsstück des obern Deckstücks, und durch die demselben sich auf der Oberseite anschließenden Bekleidung von starkem Kesselblech. Behufs innigerer Verbindung der Ständer mit den Stützbalken sind Armstücke angebracht. — Die hohl gegossenen Theile des Rahmwerks sind mit Portland-Cementmörtel ausgefüllt.

Die übergebauten Windebrücken, 3¾ Fuß zwischen den Geländern breit, bestehen aus den an den Rahmwerksständern eingesetzten und verschraubten Consolen, dem vorderen Verbindungsstück, worauf das äußere Geländer befestigt, und den eingelegten gitterförmig gegossenen Bodenplatten.

Die Schützöffnungen, deren sich in jedem Rahmwerk 6 befinden, folgen mit ihrer Unterkante der Bogenlinie der Schwelle; sie sind im Lichten jede 3 Fuß 11 Zoll weit und reichen mit ihrer Oberkante bis 8 Fuß 10 Zoll über Null; die durchschnittliche Höhe der beiden mittelsten Schützen beträgt 6 Fuß 6 Zoll, die diesen zu beiden Seiten zunächst liegenden 6 Fuß 0 Zoll, und die der beiden Endöffnungen 4 Fuß 10½ Zoll. Der Gesammt-Querschnitt aller 12 Schützenöffnungen in beiden Gerinnen beläuft sich auf circa 272 Quadratfuß.

Digitized by Google

Jede Schütze, ebenfalls von Gußeisen, wird vermittelst einer Schnecke von 8 Zoll Durchmesser, welche in die der Schütze auf der Hinterseite angegossene Zahnstange greift, auf und nieder gewunden. Das Schneckensteg sammt Lagern befindet sich zwischen den Schützständern eingesetzt; die durch dasselbe reichende Schneckenstange ist oben durch einen gußeisernen Pfeiler geführt und endigt daselbst mit einem hervortretenden Zapfen, an welchem die Drehung durch das aufgesetzte Winderad bewirkt wird. Die bemerkten Pfeiler mit ihrer Stangenverbindung bilden zugleich auch auf dieser Seite das Geländer. Im Uebrigen wird das ansehnliche Gewicht der gußeisernen Schützen durch die angebrachten Gegengewichte, siehe Zeichnung, aufgehoben.

Wie aus dem Grundrisse näher zu ersehen, liegt die Anschlußfläche der Schützen in den Nuthen der Schützständer, nicht der Unterseite, sondern der Oberwasserseite oder dem Wasserdrucke zugekehrt, was bei erfolgender gänzlicher Schließung der Schützen dadurch bewirkt wird, daß an den in der Zeichnung bemerkten Stellen der Hinterseite, sowohl an den Schützständern und der Schwelle als auch correspondirend damit an den Schützen Keilknaggen angegossen sind, wodurch bei der stattfindenden Schließung der Schützöffnungen die Anpressung gegen die Anschlußflächen in den Nuthen der Schützständer an der Oberwasserseite behufs wasserdichten Schlusses erfolgt. Der Zweck dieser von dem Gewöhnlichen abweichenden Anordnung ist der, daß bei der Auf- und Niederbewegung der Schützen in den Ständernuthen behufs Vermeidung des Verschleissens keine Reibung in den Schlußflächen weiter stattfindet, sondern im ersten Moment der Hebung der Schütze diese auf den Keilflächen von der Anschlußfläche der Ständernuthen zurückweicht und alsdann ihr Anschlag in der Nuthe des Schützenständers auf der entgegengesetzten Seite erfolgt. Behufs Verhütung des Zusammenrostens sind die Schützen in ihrem Anschluß gegen die Ständernuthen mit einem Metallrande versehen *).

Um das Hineintreiben von Gegenständen, namentlich bei stattfindender Strömung in die Freigerinne und gegen die Schützwerke selbst, zu verhüthen, sind am obern Ende der ersteren, siehe Blatt **703**, da wo die Dammnuthen sich befinden, Schutzgitter eingesetzt; dieselben bestehen aus einem Rahmwerk von Eichenholz bis 12 Fuß über Null, also 1 Fuß unter dem gewöhnlichen Alsterstande reichend (sowohl zur Conservirung als auch um nicht über Wasser sichtbar zu sein), woselbst dasselbe sich mit zwei nebeneinander gelegten, die Ständer des Rahmwerks einfassenden und durch Bolzen verbundenen Balken abschließt, welche hauptsächlich den Zweck haben, gegentreibende Fahrzeuge abzuhalten. Die Ständer des Rahmwerks sind mit Nuthen versehen, in welche die Gitter von Gußeisen, deren zwei in jedem Fach übereinander eingesetzt sind. Ein separat durchlaufendes Gitter befindet sich oben auf dem Balkenabschluß des Rahmwerks, um auf der Oberfläche des Wassers antreibende Gegenstände entfernt zu halten, und zwar, siehe Zeichnung, daselbst mehr zurücktretend und in rückwärts geneigter Lage, um seinerseits gegen antreibende Fahrzeuge möglichst gesichert zu sein, siehe Längenprofil Blatt **702**.

Der schlimmste Feind der Freigerinne ist das Eis, indem es sich zugetragen, daß zu Eiszeiten bei gezogenen Schützen, nachdem die Eisschollen gegen die Gitter herangetrieben, von der Gewalt der Strömung mit ihrem vorderen Ende heruntergezogen wurden und sich dann platt gegen die Gitter legten und den Durchfluß des Wassers hier absperrten, wodurch es sich einst zugetragen hatte, daß in Folge des daraus entstehenden Wasserdrucks eines der Gitter zum Theil zerstört wurde; man hat sich deßhalb genöthigt gesehen, zu Eiszeiten oberhalb vor dem Freigerinne Flösse mit 4 bis 5 Fuß davor herunter reichenden Dielenbekleidungen in gegen die Schleuse geneigter Lage hinzulegen, woran die antreibenden Eisschollen aufgehalten, sodann zerkleinert und successive durch die Kastenschleuse abgeführt werden.

Behufs Ausführung dieses Bauwerks mußte die durchfließende Alster auf der linken Seite umgeleitet werden. Die Baustelle selbst wurde mit einem excl. der Anschlüsse circa 500 Fuß langen und einen Raum von circa 34,000 Quadratfuß einschließenden, bis 22 Fuß über Null oder circa $1\frac{1}{2}$ Fuß über die höchsten Sturmfluthen reichenden Klopfdamm umgeben und zu Anfang durch Pumpen, später durch Wasserschnecken, von Dampfmaschinen getrieben, trocken gehalten. Die eigends für diese Wasserschöpfung hierselbst angefertigten Wasserschnecken halten bei einem Durchmesser von nahe 3 Fuß eine Länge von 40 Fuß.

Die Pfahlwände der Abdämmung wurden nach der Vollendung des Baues nicht wieder ausgezogen, sondern über dem Grunde abgeschnitten, nachdem zwischen dem Bauwerke und dieser Abdämmung sowohl auf der Unterwasser- als Oberwasserseite der Grund auf 2 Fuß stark

*) Es ist dies eine mit den Schützen der Siele (Unrathskanäle) nach englischem Princip übereinstimmende Anordnung.

Digitized by Google

mit einer Concretbettung versehen worden, auch diejenige unterhalb außerdem noch mit einer 1 Fuß starken Decke von in Mörtel gelegten gespaltenen Felsen bekleidet worden war. 40 Fuß weiter unterhalb der Abdämmung wurde später noch eine Pfahlwand quer durch den Grund des Unterwassers von einer Ufervorsetze bis zur anderen geschlagen und der Raum von der Abdämmung dahin mit Felssteinen ausgepackt.

Der Bau wurde in abgesonderten Contracten ausgeführt, so hatten z. B. die Granit-, Sandstein- und Klinker-Lieferungen jede für sich ihre besonderen Uebernehmer. Der Uebernehmer der Maurerarbeiten lieferte dagegen alle übrigen benöthigten Materialien und hatte laut Contract auch die verwendeten Klinker wieder zu vergüten; die Mörtelbereitung mit den vom Uebernehmer der Maurerarbeiten zu liefernden Materialien und Geräthschaften geschah jedoch abseiten und auf Rechnung der Baubehörde, um desto mehr der richtigen und sorgfältigen Bereitung derselben versichert zu sein. Außer dieser wurden auch noch manche andere Arbeiten direct in Tagelohn ausgeführt, wozu namentlich die Anfertigung der Betonfundirung gehörte. Die gußeisernen Schützwerke wurden aus der hiesigen Fabrik der Mechaniker Moltrecht und Ruete geliefert.

Obiger Bau wurde im Juni 1843 begonnen und in diesem Jahre außer der Abdämmung und Trockenlegung der Baustelle noch ein Theil der Grundausgrabung beschafft; im Jahre 1844 war das Bauwerk bis 6 Fuß + Null aus dem Grunde geführt. Das Jahr 1845 brachte den Bau im Wesentlichen zur Vollendung, und erfolgte dessen gänzliche Beendigung im Frühjahr 1846, doch konnte wegen der noch nicht vollendeten Vorsetzenbauten am Schlußbassin, namentlich der Reesendammsquaimauer die Schifffahrt zwischen der Alster und Elbe erst im Juli 1846 eröffnet werden.

Die Gesammtkosten des Baues mit allem Zubehör betrugen 163,107½ Thlr. In dieser Summe sind übrigens begriffen: die theilweise auf Pelotage fundirten Ufermauern im Bereich des Schleusenwerkes, wofür soweit dieselben längs den Schleusentreppen und den Alster-Arkaden von Privaten bebaut wurden, wieder eingegangen sind, 8367 Thaler.

Außerdem haben aber noch gekostet die Umleitung des Alsterabflusses während des Baues 3180 Thlr., und die weitere Sicherung des unteren Kanalbettes 2595 Thlr.

### 3. Die Reesendammquaimauer nebst Landungstreppe (Blatt 700 und 705).

In den Profilzeichnungen des Alsterschluß-Bassins auf Blatt 701 ist in punktirten Linien der vormals hier befindliche Kolk angegeben, welcher eine Tiefe bis 33 Fuß unter Null am Elbfluthmesser hatte. Die Linie der Reesendammsquaimauer, welche das Bassin an der linken Seite einfaßt, führte zwar nicht durch diese größte Tiefe, immerhin aber noch durch eine solche (bis 18 Fuß unter Null), wobei die größte Vorsicht in Ansehung der auf 7 Fuß über Null zu legenden Fundirung dieser künftig im Bereich des Alsterwasserstandes von 13 Fuß über Null befindlichen Mauer erheischt wurde.

Nachdem schon gleich nach Feststellung des neuen Stadtplans der Alsterkolk hinter der Reesendammsquaimauer, da wo jetzt hohe Häuser stehen, vergl. Stadtpläne (Blatt 699) mit dem Schutt der Brandstätte thunlichst ausgedämmt worden war, wurde später als Vorbereitung für den Bau der Mauer in der Linie derselben, siehe Profilzeichnung auf Blatt 705, ein Sanddamm von 25 Fuß Kronenbreite und bis zu einer Höhe von 5 Fuß über Null reichend, durch das Wasser geführt und dieser auf seiner äußeren Dossirung mit einer Schuttdeckung vorläufig in so weit versehen, um jenen Sanddamm bei dermalen wegen unvollendeten Alsterschleusenbaues noch stattfindenden Ablassen des Alsterfreiwassers unter der Reesendammsbrücke vor Abspülung zu sichern, im Uebrigen späterhin der ganze Kolk successive vollends bis zur festgestellten Bodentiefe ausgedammt. Der in Fahrzeugen herangeschaffte Elbsand zu obigem Damm wurde mit Schaufeln ausgeworfen, um den Damm dadurch in der compactesten Weise herzustellen.

Durch gedachten Sanddamm und bis zur erforderlichen Tiefe in den meistens aus einer festen Thonschicht bestehenden Untergrund wurde alsdann die Pilotage für die darauf auszuführende Mauer gerammt. Da unter der bereits vollendeten Reesendammsbrücke zur Zeit des Baues der Quaimauer ein provisorisches Schützwerk eingelegt war, so konnte bei der Lage der Pilotage von 7 Fuß über Null (4 Zoll über ordinaire Fluth) diese Fundirung ohne Abdämmung beschafft werden. Der Pilotagenrost ist mit einer 6 zölligen Spundwand und vorgerammten Strebepfählen versehen (siehe Profilzeichnung).

Im Uebrigen bot die Aufführung der Mauer selbst keine weiteren Schwierigkeiten dar. Ihre Profilform ist auf eine größte Basis berechnet, aus welcher, siehe Zeichnung, Strebe-

Digitized by Google

pfeiler 55 Zoll breit und 15 Fuß voneinander von Mittel zu Mittel entfernt entspringen. Diese Strebepfeiler erhielten im Bereich der größten Kolktiefe behuf größerer Stabilität der Mauer daselbst ufereinwärts eine Verlängerung von 7 Fuß, wie in der Profilzeichnung mit punktirten Linien angedeutet, und woraus auch die übrigen Dimensionen der Mauer zu ersehen sind.

Die angewendete Fundirungsweise obiger Mauer durch eine Tiefe bis 18 Fuß unter Null, oder von der Oberkante des Pilotagenrostes gerechnet bis 25 Fuß, hat den davon gehegten Erwartungen vollständig entsprochen, indem auch nicht die geringste Spur irgend welcher Bewegung sich an derselben seit ihrem jetzt 18jährigen Bestehen kund gegeben hat.

Die am untern Ende der Reesendammsquaimauer belegene quadrantische Landungstreppe ist auf Blatt **701** im Grundriß und auf Blatt **705** im Profil dargestellt. Indem die Flügelmauer des Alsterschleusenwerks, welche mit der Reesendammsquaimauer den Winkel bildet, in welchem die Treppe liegt, nach Maßgabe der Tiefe der Freigerinne auf 1 Fuß über Null fundirt worden, so liegt damit übereinstimmend die quadrantische Treppenvorsetze im Anschluß an jene Mauer 1 Fuß über Null, während das an der Reesendammsquaimauer anschließende Ende derselben eine gleiche Lage der Fundirung mit dieser von 7 Fuß über Null erhalten hat. — Der Uebergang von 7 Fuß bis 1 Fuß über Null ist durch 3 zweifüßige Abstufungen des Pilotagenrostes vermittelt; letzterer ist mit einer 4zölligen Spundwand eingefaßt. Bei dieser tiefer sich erstreckenden Fundirung der Treppenvorsetze hat hierfür selbstverständlich eine Abdämmung und zwar gegen die zu der Zeit bereits in das Bassin eingelassene Alster in ihrem Stande von 13 Fuß + Null hergestellt werden müssen.

Die Treppe mit ihren Podesten ist unterwölbt, zu welchem Ende der zu überwölbende Raum durch 3 radiale, 40 Zoll starke Scheidemauern in 4 gleiche Abtheilungen zerlegt wurde. Diese Scheidemauern sind sammt beiden Einfassungsmauern (letzter Theil der Reesendammsquaimauer und Schleusenflügel) im vorderen Theil auf 7½ Fuß, im hintern auf 12 Fuß auf Pilotage fundirt (siehe Treppenprofil).

Die Reesendammsquaimauer sammt Treppenvorsetze und Flügelmauer sind in ganzer Höhe mit Granitquadern bekleidet, im untern mit alten Quadern eingegangener Vorsetzen, im obern mit geliefertem böhmischen Granit. — Zum Mauern ist durchgängig Tarrasmörtel verwendet in der Mischung aus 2 Theilen frisch gelöschten fetten Kalk mit drei Theilen Sand und zwei Theilen Tarras bestehend. Sämmtliche Quaderfugen sind mit Portland-Cementmörtel ausgestrichen. Die Podestplatten und Stufen sowie die Deckplatten der Mauern bestehen aus Belpker-Sandsteinen aus dem Braunschweigischen, die Postamente in den Gußeisengeländern von Weser-Sandsteinen.

Die auf den großen Schlußpostamenten bei der Treppe errichteten Candelaber sind aus Zink angefertigt, und außer Versehung mit gewöhnlich brennenden Laternen, für besondere Beleuchtung durch aus ihrem Aufsatz frei brennende große Gasflammen, eingerichtet.

Die Ausführung dieses Baues mit Zubehör hat in den Jahren 1845 und 1846 stattgefunden.

Die Baukosten für die Reesendammsquaimauer bis zum obern Antritt der Treppe 384 Fuß lang, durchschnittlich 16 Fuß 8 Zoll hoch, nebst Treppenanlage und Flügelmauer mit Zubehör, jedoch excl. der Ausdämmung des Kolks betrugen 46676 Thlr.

### 4. Die Alster-Arcadenvorsetzen nebst Treppe (Blatt **700** und **705**).

Diese Vorsetzen, welche das Alsterschlußbassin auf seiner rechten Seite begränzen, bilden, siehe Zeichnung, den Unterbau einer öffentlichen Passage, die Alster-Arcaden genannt.

Letztere gehören in ihrer Anlage und Unterhaltung, jedoch mit Ausnahme der im mittlern Theil davor befindlichen Landungstreppe, zu den daselbst befindlichen Privatgrundstücken. Nebst der Treppe wurde der Bau der obigen Vorsetzen, mit Ausschluß derjenigen des ersten Grundstücks bei der Reesendammsbrücke, Seitens des Staats für Rechnung der künftigen Käufer der betreffenden Grundstücke ausgeführt, und zwar bis zu einer Höhe von 17½ Fuß über Null, auch zugleich die Pilotagenroste für die hintere Frontmauer der Gebäude so wie die der Seitenmauern unter der Passage dabei mitbeschafft, um spätere Erschütterungen der Vorsetzen durch Rammung in unmittelbarer Nähe derselben zu vermeiden.

Der Tiefe der Fundirung der Reesendammsbrücke einerseits und der des Alsterschleusenwerks auf dem andern Ende entsprechend, sind die Alster-Arcadenvorsetzen mit ihrem Pilotagenrost, successive an Tiefe zunehmend, fundirt, und liegt darnach der Pilotagenrost des ersten Grundstückes bei der Brücke mit dem dieser Brücke gleich oder auf 7 Fuß

Digitized by Google

über Null, und der des letzten Grundstückes bei dem Schleusenwerk auf 1 Fuß über Null. Der Unterschied von 6 Fuß ist auf 4 Abstufungen von je $1\frac{1}{2}$ Fuß in Distanzen von 2 Grundstücken vertheilt; die Pilotagenroste der Front- und Zwischenmauern dahinter liegen dagegen durchgängig auf 7 Fuß über Null.

Wie aus den Zeichnungen zu ersehen, führt der vortretende Treppenlauf auf ein Plateau hinunter, unter welchem sich ein Wasserdurchlaß befindet, wodurch eine Schmutzansammlung in den Winkeln verhindert wird.

Der auf 4 Fuß + Null angelegte Pilotagenrost der Vorsetzen ist mit 4zöll., der des Treppenplateaus mit 6zöll. Spundwänden am Wasser eingefaßt.

Die Souterrains der Privatgrundstücke, siehe Zeichnung, erstrecken sich unter die Alster-Arcaden, daher die Vorsetzen darnach in verhältnißmäßig geringerer Stärke haben aufgeführt werden können. Vorsetzen nebst Aufbau bis unter die Arcaden so wie die Treppenmauern sind wie bei der gegenüber liegenden Reesendammsquaimauer ganz mit Granitquadern bekleidet, und zwar im untern Theil mit Granit aus dem Hannöverschen, über Wasser sammt Stufen und Platten der Treppe mit böhmischem Granit. Bis 13 Fuß über Null wurde mit Tarrasmörtel, darüber mit Roman-Cementmörtel gemauert; bei ersterem bestand die Mischung aus $1\frac{3}{4}$ Theil gelöschtem fetten Kalk, $1\frac{1}{2}$ Theilen Tarras und 3 Theilen Sand; bei letzterem aus 1 Theil Cement und 2 Theilen Sand. Zum Fugen wurde reiner Cement genommen.

Der Bau dieser Vorsetzen auf einer Länge von 322 Fuß bis zur Schleusenbrücke, incl. erforderlicher Abdämmung und Wasserschöpfung, nebst Pilotagen-Fundament und der Treppe kostete 30901 $\frac{1}{3}$ Thlr., welche Summe bis auf den Rest für die Treppe von 4600 Thlr., wie bemerkt, von den Käufern der Grundstücke später wieder eingegangen ist.

Mit Ausnahme des erst im folgenden Jahre vollendeten letzteren Theils beim Alsterschleusenwerk wurde obiger Vorsetzenbau mit Zubehör im Jahre 1844 ausgeführt.

In Betreff des Alsterschlußbassins selbst möge noch bemerkt werden, daß die Ausfüllung desselben, der Tiefenlage der betreffenden Bauwerke entsprechend, am oberen Ende bei der Reesendamms-Brücke bis 6 Fuß über Null und abfallend bis zur Alsterschleuse bis auf Null erfolgt ist, und somit das Bodengefälle, auf seiner Länge von 425 Fuß, 6 Fuß oder circa $\frac{1}{70}$ beträgt. Ursache dieses starken Bodengefälles ist die tiefe Lage der Freigerinne zu beiden Seiten der Alsterschleuse, der Grund dafür aber ein mehrseitiger gewesen. Durch das Vortreten der Alster-Arcaden um 18 Fuß vor dem untern Kanal, siehe Situationsplan Blatt **700**, und doch beizubehaltender symmetrischer Stellung des Alsterschleusenwerks zu diesem Kanal (wollte man nicht versteckt hinter den Arcaden bauen, die dann am untern Ende in einem Winkel hätten zurückgezogen werden müssen) mußte das Alsterschleusenwerk bezüglich seiner Freigerinne gegen den ersten Entwurf eine Einschränkung zwischen den beiderseitigen Ufermauern erleiden; ebenfalls wurde geltend gemacht, den Freiwasserabfluß thunlichst unter dem Niveau des Unterwasserstandes stattfinden zu lassen. Was daher zunächst an Breitezwischen den beiderseitigen Ufern verloren ging, mußte an Tiefe wieder gewonnen werden, und gestaltete sich daraus der zweite zur Ausführung gekommene Entwurf, wobei zwar größere Tiefe (an der Oberwasserseite) gegen geringere Ausdehnung, in den Kosten als ziemlich sich ausgleichend angesehen werden konnten, wohl aber auch die Vorsetzen der Alster-Arcaden einerseits und der großen Landungstreppe anderseits am Schlußbassin gegen die Freigerinne zu successive tiefer (bis auf 1 Fuß über Null) aus dem Grunde herausgeführt werden mußten. Durch solche Maßnahmen ist denn auch bei der Einschränkung reichliches Wasserprofil für die Freigerinne, zugleich mit Rücksicht der darin befindlichen Schutzgitter, erzielt und ebenfalls die Strömung zunächst vor dem Schleusenwerk auf das thunlichste Minimum beschränkt worden.

Die Kosten der Ausfüllung des Kolkgrundes im bemerkten kleinen Bassin bis zur angeführten Bodenhöhe sind auch nicht unbedeutend gewesen und haben excl. derjenigen hinter der Reesendammsquaimauer gleich nach dem großen Brande und der späteren Aufhöhung für die Bebauung daselbst, im Uebrigen incl. Sanddamm sich für eine Quantität Füllmaterial von circa 1170000 Kubikfuß auf circa 10500 Thlr. belaufen.

---



Digitized by Google

# Die in 65 Tagen erbaute Zweigeisenbahn nach dem Lager von Châlons in Frankreich.

Von Emil Vuigner, Oberingenieur der östlichen Eisenbahnen.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 728 u. 729 und auf Seite 41.)

Im Anfange des Jahres 1857 wurde auf Anordnung der französischen Regierung in den Ebenen der Champagne zwischen Reims und Châlons-sur-Marne ein Feldlager, eingeschlossen von den Thälern der Vesle und der Rosette, welche die südlichen und südöstlichen Grenzen desselben bilden, errichtet, das aber keine vorübergehende Bestimmung haben, sondern ein permanentes großes Militairetablissement sein sollte. Es wurden zu diesem Zweck bei 14000 Hectaren Terrain angekauft, vom Geniecorps wurden große Baulichkeiten ausgeführt, es fanden beträchtliche Erdbewegungen statt, Wasserleitungen wurden angelegt und andere Anlagen zur Förderung des Gesundheitszustandes gemacht. So entstand eine militairische Stadt, deren Zweck es ist, die Vertheidigung der Defilés des Argonnerwaldes, um den in den Kriegen der Republik so lebhaft gekämpft wurde und wo die Schlachten von Valmy und Jemappes stattfanden, zu sichern.

Eine solche Anlage konnte nur durch eine Eisenbahn mit den Hauptarterien des Landes und mit der Residenz in Verbindung gebracht werden und zwar bot sich hier als die nächste Anknüpfung die bei Châlons vorübergehende Eisenbahn von Paris nach Straßburg dar.

Nach manchen Vorschlägen und Verhandlungen wurde die auf Seite 41 angegebene Trace von dem Kaiser genehmigt. Dieselbe zweigt sich beiläufig 1200$^{m}$ von der Brücke der kaiserlichen Straße nach Châlons von der Paris-Straßburger Eisenbahn ab, durchschneidet das Thal der Marne, übersetzt diesen Fluß und den Seitenkanal zwischen Recy und St. Martin, rückt in den Ebenen von Recy und Juvigny vor und überschreitet die Wasserscheide der Marne und der Aisne, schneidet dann bei dem Dorfe la Veuve die von Châlons nach Reims führende Departementalstraße, betritt in der Nähe von Saint-Hilaire das Thal der Vesle, überschreitet diesen Fluß bei Bouy, läuft dann bis Livry gegenüber in dem Thale fort und berührt die Grenzen des Lagers an dem linken Ufer des Baches du Cheneux. Die Krümmungen dieser Trace sollten nach Halbmessern von nicht weniger als 500$^{m}$0 haben und das Fallen und Steigen der Bahn sollte kaum 10 Millimeter übersteigen. Die Länge der Bahn beträgt 25 Kilometer, während die auf Seite 41 angegebene früher projectirte Bahn nur eine Länge von 16 Kilometern erhalten hätte.

Bei der Genehmigung dieser Bahntrace bestimmte der Kaiser noch, daß die Ankunftsstation auf dem rechten Ufer des Baches du Cheneux an einem von ihm auf der Generalcharte bezeichneten Punkte angelegt und daß die ganze Bahn binnen zwei Monaten vollendet werde.

Um nun dieser letzten Bedingung zu entsprechen, mußte das Profil der Trace in der Art bestimmt werden, daß die Erdarbeiten sowohl ihrem Kubus als ihrem Transport nach die möglichste Beschränkung erfuhren; man mußte selbst den Grundsatz aufstellen, die zum Theil in Einschnitten stattfindenden Abträge längs der Bahn aufzuwerfen und die zu den Aufträgen erforderliche Erde von den äußern Böschungen zu nehmen; doch blieb diese Regel nicht ohne Ausnahme, was besonders bei dem Einschnitt von Juvigny und bei den Erdarbeiten des Stationsplatzes Mourmelon der Fall war.

Der Einschnitt von Juvigny hat eine Länge von beiläufig 800$^{m}$0 bei einer größten Tiefe von 7$^{m}$50; der Damm vor demselben auf der Ostseite ist 680$^{m}$0 lang mit größter Höhe von 5$^{m}$40; der an der Westseite ist 725$^{m}$0 lang, hat jedoch nur eine Höhe von 1$^{m}$50. Man vermochte daher beim Beginn der Arbeiten und eine lange Zeit hindurch sechs Punkte, drei an jeder Seite, in Angriff zu nehmen, um den Abtrag zu bewirken, dessen Erde mit Karren zur Bildung des Auftrages transportirt wurde.

Andere bedeutende Erdarbeiten fanden bei dem Stationsplatz Mourmelon, in dem Thal der Marne, an der Ueberbrückung des Thales der Vesle und am linken Ufer des Thales des Cheneuxbaches gegenüber vom Dorfe Livry statt.

Die ganze Erdbewegung der neuen Bahn belief sich auf 300765 Kubikmeter, und an Ballast zur Herstellung der Geleise wurden 50220 Kubikmeter herbeigeschafft. Die Kosten für diese Arbeiten betrugen 705145 Francs.

Angefangen wurden die Arbeiten zur Anlage der Bahn am 12. Juli 1857 und am 15. September desselben Jahres, also nach Verlauf von 65 Tagen, fand die Eröffnung der Zweigbahn statt.

Digitized by Google

Die ganze Länge der Bahn des Feldlagers von Châlons, von der Abzweigung auf dem Territorium von Fagnières an bis zu dem Ende der Station Mourmelon-le-Petit beträgt 25238m80 und zwar an geraden Linien 15264m26, an Curven 9974m54; in Bezug auf das Längenprofil findet man 3138m15 horizontale, 11282m36 fallende und 10218m29 steigende Strecken.

Der Halbmesser der Krümmungen beträgt nicht weniger als 600m0, und selbst mit diesem geringsten Durchmesser gibt es nur zwei Krümmungen, die als eine einzige mit 1339m80 Entwicklung betrachtet werden können, alle andern die Geraden verbindenden Curven haben Halbmesser von 800m0 bis 1000m0.

Die Gefälle und Steigungen gehen im Allgemeinen nicht über 0,006 pro Meter hinaus; nur bei der Uebersteigung der Wasserscheide zwischen den Thälern der Marne und der Vesle variiren sie ausnahmsweise zwischen 0,008 bis 0,012 pro Meter auf einer Strecke von 6733m35.

Der Concession gemäß wurde das Terrain für zwei Geleise angekauft, die Erdarbeiten wurden jedoch nur für ein einziges Geleise ausgeführt, das an der rechten Seite der Achse liegt, um erforderlichenfalls die Anlage eines zweiten Geleises ausführen zu können.

Das Querprofil ist demnach nur für ein einziges Geleise eingerichtet; die Krone der Aufträge liegt 0m50 unter dem Niveau der Schienen und hat im Allgemeinen eine Breite von 6m23, die Böschungen sind 1½ füßig, nächst den Bauten aber, wo sie mit Rasen belegt sind oder Steinschüttungen erhalten haben, sind sie einfüßig.

Auf den im Abtrage liegenden Bahnstrecken muß die Krone eine Breite von 5m50 haben; jeder Graben hat eine Breite von mindestens 0m75. Die Böschungen sind einfüßig, mit Ausnahme jener der nachbenannten Einschnitte im Kreideboden, wo sie halbfüßig sind.

Die Geschwindigkeit, mit welcher diese Arbeiten ausgeführt werden mußten, gestattete nicht, daß man auf den abgegrabenen Strecken und besonders in dem Einschnitt von Juvigny de la Veuve und Mourmelon diese Dimensionen unmittelbar geben konnte; die Erdarbeiten daran wurden aber entweder während des Betriebes oder während des Aufhörens desselben in der schlechten Jahreszeit vollendet. Das Banquett am Fuße der Bettung hat eine Breite von 0m50.

Die Ueberbrückungen des Marne- und des Veslethales, die Brücken über die Marne selbst, über den Seitenkanal und über den Bach Cheneux zu Mourmelon sind so zu sagen die einzigen Kunstbauten der von Châlons nach dem Lager führenden Zweigbahn. Diese Werke wurden den Stipulationen des Concessionsdecretes gemäß von Holz ausgeführt, doch sind auch die definitiven Entwürfe bereits genehmigt worden.

Die Fig. 16 bis 19 auf Blatt 729 stellen die Construction der Marnethalbrücke dar. Sie hat eine Länge von 588m0 zwischen den Widerlagern oder 601m20 zwischen den Enden der Bekrönung derselben, und besteht aus 98 Spannweiten von je 6m0. Jedes der 97 Joche besteht aus vier Pfählen, die auf einer Schwelle stehen, welche in Mauerwerk eingelassen ist; sie sind an ihren Köpfen und in der Mitte durch zwei Reihen Zangen verbunden, die beiden mittleren Pfähle, worüber das Bahngeleise liegt, werden von zangenförmigen Streben gestützt, welche in die gemeinschaftliche auf dem Mauerwerk ruhende Schwelle eingelassen sind. Ueber die äußern Jochpfähle sind nach der ganzen Länge der Brücke Langschwellen gestreckt, die durch Strebebänder unterstützt werden, welche sich gegen die Jochpfähle legen. Zur Unterstützung der das Geleise tragenden Langschwellen sind Strebebänder an den mittleren Pfählen angebracht, welche einen Spannriegel zwischen sich fassen und deren obern und untern Enden in gußeiserne Schuhe greifen. Außerdem sind alle Joche durch Zangen verstärkt, welche alle Jochpfähle der Länge nach miteinander verbinden und die nöthigen Verstrebungen bilden. Der aus zusammengefügten Bohlen bestehende Belag ist über die äußern Langschwellen und die obern Zangen der mittlern Pfähle gestreckt und darüber ist die Ballastschicht zwischen den die Schienen tragenden Langschwellen und den doppelten Widerlagshölzern aufgetragen, welche den aus Gitterwerk hergestellten Geländern als Schwelle dienen.

Sämmtliche Zangen sind mit den Hölzern durch starke Bolzen verbunden.

Die Jochpfähle, Schwellen, Strebebänder nebst den horizontalen Armaturen unter dem Geleise sind von Eichenholz, alle andern Verbandstücke von Tannenholz. Alle sichtbaren Flächen dieser Hölzer wurden mit Gastheer einmal angestrichen.

Die Brücke über die Marne (Blatt 728 Fig. 1—9) hat zwischen den Widerlagern eine Länge von 66m0, besteht aus zehn Spannweiten und ist, wenigstens im obern Theile, nach demselben System erbaut als die sich an sie anschließende Thalbrücke. Die Entfernung der Joche von Achse zu Achse wurde aber statt 6m0 auf



Digitized by Google

6m60 feſtgeſetzt, um den durchfahrenden Schiffen den nöthigen Raum zu gewähren.

Zur Gründung der Joche ſind hier keine Grundmauern angelegt worden wie bei der Marnethalbrücke; ſtatt derſelben iſt für jedes Joch eine Reihe von acht 1m10 von Achſe zu Achſe entfernten Pfählen eingeſchlagen worden, die unter ſich durch Querzangen verbunden und in einer ſolchen Höhe abgeſchnitten ſind, daß die Oberkante dieſer Zangen gleichmäßig bei jeder Jochwand 5m80 unter der Oberkante der Langſchwellen liegt, welche die Brückenbahn tragen. Die Jochpfähle ſind mit den Grundpfählen auf die in Fig. 5 angegebene Art durch Gurthölzer über und unter den Zangen verbunden.

Die Verſtrebung der Joche wurde auf zweckmäßige Weiſe durch ein Syſtem von Andreaskreuzen, auf der einen Seite zwiſchen den vier Jochpfählen von den die Verbindung der letztern am Fuße ſichernden Gurthölzern an bis zu den die Pfähle verbindenden Zwiſchenzangen, und anderntheils zwiſchen den Mittelpfählen von den Zwiſchenzangen an bis zu den obern Zangen bewirkt.

Vor den Pfahljochen wurden Eisbrecher aufgeſtellt, und die Füße der neun Joche wurden durch Steinſchüttungen vor jedem Stoße ſichergeſtellt.

Es wurde erwähnt, daß die Weite jedes Joches auf 6m60 von Achſe zu Achſe feſtgeſetzt wurde, um eine lichte Weite von 6m10 zu gewinnen, welche für die auf dieſem Theil der Marne ſtattfindende Schifffahrt anfänglich nothwendig erſchien; ſpäter aber liefen Reclamationen über die Geringfügigkeit dieſer Weite ein, welche ſich auf den ältern Beſtimmungen der obern Behörde baſirten, wonach die alten Fahrzeuge der Marne das Recht beſaßen bis Châlons zu fahren, und es wurde deßhalb die Geſellſchaft veranlaßt, mit der Brücke eine bedeutende Veränderung vorzunehmen, welche darin beſtand, daß für die Schifffahrt eine Oeffnung von 10m0 dadurch hergeſtellt wurde, daß man zwei der ſchon erbauten Joche wegnahm und daneben zwei andere aufſtellte, ſo daß die an dieſes weitere Joch anſtoßenden Joche auf je 4m75 reducirt wurden.

Die Brücke über den Seitenkanal der Marne mußte in ſchiefer Richtung (54°) gegen die Achſe des letzteren angelegt werden, aus welchem Grunde man ein anderes Conſtructionsſyſtem als das bei den beiden vorhergehenden angewendete wählen mußte und die americaniſchen Brücken zum Vorbilde nahm.

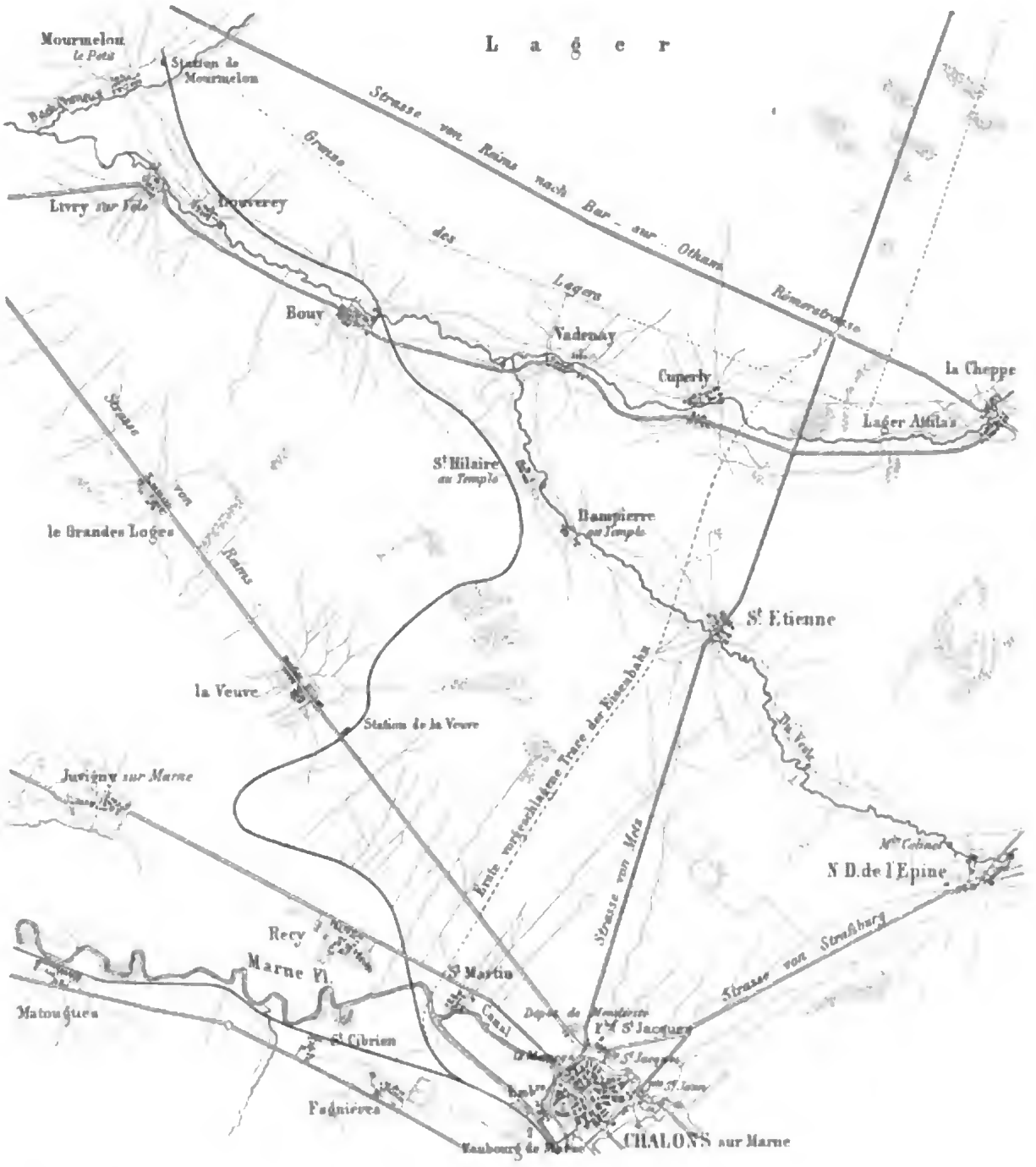
Die Brücke (Blatt 728 u. 729 Fig. 10—15) hat eine Länge von 37m90 zwiſchen den Widerlagern und beſteht aus drei Oeffnungen, wovon die mittlere 11m38 von Achſe zu Achſe der beiden Joche, die beiden andern aber je 10m113 Weite haben. Der in den genannten Figuren angegebenen Conſtruction läßt ſich zur Erläuterung nichts weiter hinzufügen, als daß die das Geländer bildenden americaniſchen Träger ſtarke eiſerne Armaturen erhielten, die in den Zeichnungen vielleicht nicht detaillirt genug dargeſtellt ſind.

Die Brücke in dem Einſchnitt von Juvigny (Blatt 729 Fig. 20—23) wurde für den Uebergang des Weges des Vignettes hergeſtellt, iſt aber erſt nach der Eröffnung der Zweigbahn errichtet worden.

Die Ueberbrückung des Veslethales beſteht aus 16 Oeffnungen von je 6m0 und die des Cheneuxthales aus 17 Jochweiten derſelben Breite; das Conſtructionsſyſtem bei beiden Bauwerken iſt daſſelbe wie bei der Ueberbrückung des Marnethales, nur mit dem Unterſchiede, daß die Joche der letzteren auf gemauerten Fundamenten ſtehen, während ſie bei den erſtern aus eingerammten Pfählen hergeſtellt ſind.

Ungeachtet der kurzen Zeit, in welcher dieſe Baulichkeiten ausgeführt wurden, konnte die die Bahn übernehmende Commiſſion die Ueberzeugung ausſprechen, daß man ihrer Zweckmäßigkeit und Solidität die vollſte Anerkennung zollen müßte.

Digitized by Google




Digitized by Google

Digitized by Google

# Theoretiſche und experimentale Abhandlung über eiſerne Brücken mit vorzugsweiſer Anwendung auf den Bau von Militairbrücken.

Von Roſſiaen, königl. belgiſchem Geniehauptmann.

(Mit Figuren am Ende des Aufſatzes.)

## I. Allgemeine Betrachtungen.

Seit einer Reihe von Jahren verwendet man zum Bau der Brücken und Viaducte das Gußeiſen, das Schmiedeiſen, das Blech, und zwar in der Form von Bogen und in der Form von mehr oder minder combinirten Trägern. Die letztern ſind im Allgemeinen für den Bau der Eiſenbahnen angenommen worden; ihre Form und Conſtruction richtet ſich nach der Tragweite, nach dem Grade der Feſtigkeit und Steifigkeit, der damit erreicht werden ſoll, nach den Koſten und beſonders nach dem Talent und der Kühnheit des Ingenieurs. Bei Militairbrücken treten noch einige andere Verhältniſſe hinzu.

Was die Form und die Compoſition der eiſernen Träger oder Langſchwellen betrifft, ſo wurde bis jetzt eine große Anzahl von Combinationen zur Ausführung gebracht. Wir werden nur ſolche erörtern, die ſich auf den Bau von Militairbrücken beziehen; vorher iſt es aber nothwendig, in ſchneller Ueberſicht die Principien zu berühren, die für uns bei der Betrachtung von Langſchwellen oder Trägern, welche für den beabſichtigten Zweck die vortheilhafteſten ſind, maßgebend waren.

Das Gußeiſen, das Schmiedeiſen und das Blech haben vor dem Holze unbeſtreitbare Vortheile voraus, die eine Folge ihrer Beſchaffenheit und ihrer Anwendung ſind. Das Metall iſt unverbrennlich und ſehr dauerhaft, ſein innerlicher Werth vermindert ſich nur langſam und verſchwindet nie; ſeine mineraliſche Beſchaffenheit geſtattet die Aufbewahrung desſelben in Magazinen, ohne daß es wie beim Holze in dem Moment, wo es dringend gebraucht werden ſoll, verdorben und untauglich geworden; auch erfordert es zur Aufbewahrung minder geräumiger Locale, läßt ſich leicht handhaben und beſſer zuſammenlegen. Auf der andern Seite theilt man durch die Anwendung des *Eiſens* den verſchiedenen Theilen der Conſtructionen eine *offenbare* Leichtigkeit und Eleganz der Formen mit; ihre Höhe kann geringer und beſonders die Tragweite größer ſein, was man alles durch Holz nicht erreichen kann. Der Koſtenpunkt des Schmied- und Gußeiſens geſtattet eine Concurrenz mit dem Eichenholze, wenn dieſe beiden kräftigen Tragmittel verſtändig verwendet werden; ein Reſultat, das ſich bei der ungeheuren Conſumtion des Eichenholzes ſeit dem Entſtehen der Eiſenbahnen immer günſtiger geſtalten wird.

Von den hier angeführten Vortheilen haben einige in militairiſcher Beziehung eine große Wichtigkeit, diejenigen nämlich, welche ſich auf die Tragweite und die Conſervirung der Materialien beziehen. Sie würden aber ihren ganzen Einfluß auf die Anwendung verlieren, wenn man durch den Gebrauch des Schmiedeiſens nicht gleichzeitig eine bequeme und ſchnelle Bau- und Reparaturweiſe erzielte, die denen des Holzes mindeſtens gleich ſind; Bedingungen, welche vielleicht als die wichtigſten erſcheinen.

Definitionen. — Alle Körper in der Natur ſind mehr oder minder elaſtiſch, d. h. innerhalb gewiſſer Grenzen der Ausdehnung und des Druckes verlängern ſie ſich oder drücken ſich unter der ſie angreifenden Kraft zuſammen, kehren aber in ihren urſprünglichen Zuſtand wieder zurück, ſobald jene Kraft zu wirken aufhört.

Wird die Elaſticitätsgrenze durch zu große Kraft überſchritten, ſo erlangt der Körper ſeine frühern Dimenſionen nur bis zu einem gewiſſen Punkt wieder; es hat ſich dann eine partielle Trennung der Molecüle gebildet, und nimmt die Kraft dann noch zu, ſo wird die Trennung vollſtändig und der Bruch erfolgt. Es iſt daher niemals außer Acht zu laſſen, daß den Baumaterialien ja nicht ſolche Laſten aufgebürdet werden, welche im Stande wären, ſelbſt nur eine partielle Trennung, d. h. die Benachtheiligung ihrer Elaſticität hervorzubringen; eine Bedingung, welche noch nothwendiger iſt, wenn die angreifenden Kräfte veränderlich oder zufällig ſind.

Wenn ein Körper einer Wirkung ausgeſetzt iſt, welche ihn zuſammendrücken oder auszudehnen ſtrebt, ſo ſind die Verkürzungen oder Verlängerungen zwiſchen gewiſſen Grenzen den Kräften proportional, die ſie erzeugt haben. Die Erfahrung liefert hierzu den Beweis.

Man bemerkt in dieſem Falle, daß der Körper, wenn die Einwirkung der Kraft aufhört, beinahe ganz ſeine frühern Formen und Dimenſionen wieder annimmt; es heißt

Digitized by Google

dann, daß die Elasticität nicht angegriffen werde, und die beobachtete Verlängerung oder Verkürzung, welche verschwunden ist, oder von welcher vielmehr nur eine unmerkliche Spur zurückgeblieben, wird elastische Verlängerung oder Verkürzung genannt.

Die Erfahrung lehrt auch, daß die Körper ihre ursprünglichen Dimensionen nicht wieder annehmen, wenn die Verlängerungen oder Verkürzungen den Kräften nicht mehr proportional sind. Ihre Elasticität ist dann angegriffen und die Modification ihrer Dimensionen ist die permanente Verlängerung, die permanente Zusammenziehung.

Wenn ein Körper mit der Länge L und dem Querschnitt A einer zerreißenden oder zerdrückenden Kraft P unterworfen ist, so verlängert oder verkürzt er sich; es sei l die vollständige Verlängerung oder Verkürzung, die sich nach der ganzen Länge L erzeugt. Das Verhältniß $\frac{l}{L}$ ist dann die Verlängerung oder Verkürzung pro laufenden Meter, und nennt man dieses Verhältniß i, so ist

$$\frac{l}{L} = i$$

i die elastische Verlängerung.

Wir haben gesagt, daß der Körper, so lange die Kraft P nicht zu groß, d. h. die Elasticität nicht benachtheiligt ist, seine primitive Form wieder annehmen kann und daß alsdann die elastische Verlängerung i im Verhältniß zu P oder aber zu $\frac{P}{A}$, der Belastung pro Einheit des Querschnittes, zunimmt.

Es sei

$$\frac{P}{A} = p;$$

wenn i stets proportional zu $\frac{P}{i}$, so ist das Verhältniß P eine Constante für ein und denselben Körper; man nennt dies seinen Modul oder Elasticitätscoefficienten. Es sei

$$\frac{P}{i} = E.$$

Wenn man in diesem Ausdruck E die Fläche A des Querschnittes und die Verlängerung i in Centimetern bezeichnet, so bezieht sich der Werth E auf den Quadratcentimeter.

Vom Gußeisen. — Nach den Resultaten der Versuche, die man über die Zugfestigkeit des Gußeisens gemacht, ist zu bemerken:

1. daß die Festigkeit proportional ist der Querschnittsfläche;

2. daß die Verlängerungen proportional sind den Belastungen bis zu einer Kraft von 6 Kil. pro Quadratmillimeter;

3. daß die Verlängerungen unter stärkern Belastungen schneller zunehmen als die Lasten, jedoch immer sehr langsam;

4. daß sich der Elasticitätscoefficient $\frac{P}{A}$ oder E von einer unendlich kleinen Last bis zur Bruchbelastung stets vermindert, und daß zwischen den Grenzen der elastischen Verlängerungen (von 0 bis 6 Kilogr.), entsprechend einer Verlängerung von 0,000715 pro Meter, der durchschnittliche Werth von E ist:

$$E = 9{,}096{,}070{,}000 \text{ Kilogr.}$$

Nach den von Hodgkinson gemachten Versuchen beträgt die Bruchbelastung K des englischen Gußeisens pro Quadratmillimeter

$$K = 11^k587,$$

wenn die Zugkraft in der Achse des Körpers stattfindet, und bloß

$$K = 4^k124,$$

wenn sie nach einer Kante gerichtet ist.

Diese Resultate stimmen mit den Versuchen von Minard und Deformes überein, welche im Durchschnitt ermittelten:

$$K = 11^k32,$$

welchen Werth wir in dieser Abhandlung beibehalten.

Hodgkinson's Versuche wurden mit Gußeisen aus verschiedenen Gegenden Englands, Schottlands und besonders aus Wales gemacht. Nur in einem einzigen Falle hat man die Bruchbelastung bis über 1,38 Tonne pro Quadratcentimeter, d. h. auf $13^k80$ pro Quadratmillimeter gebracht.

Indessen geben die meisten Autoren dem Gußeisen eine viel größere Widerstandsfähigkeit. Ihre der Erfahrung zuwider laufenden Schlüsse sind die logische Folge eines falschen Princips. So hat Tredgold die Zugfestigkeit des Gußeisens nach Resultaten berechnet, die er für seine Biegungsfestigkeit erhalten hat, indem er annahm, daß die Biegungsfestigkeit K der Druckfestigkeit K' gleich sei, was aber durchaus nicht wahr ist. Außerdem nimmt er ganz ohne Grund an, daß der Bruch um eine neutrale Achse vor sich geht, die im Trägheitscentrum liegt, was ebenfalls der Wahrheit zuwider läuft, wie wir weiterhin sehen werden. Tredgold gelangt zu dem Schluß, daß zum Bre-

Digitized by Google

chen eines Körpers eine dreimal größere Kraft erforderlich wäre als die ist, die seine Elasticität zerstört, und daß folglich die Widerstandsfähigkeit K des Gußeisens gegen den durch Ausdehnung erfolgenden Bruch 3222 Kil. oder mehr als 3 Tonnen pro Quadratcentimeter betrüge!

Es ist damit nicht abgethan, einen der vielen Fehler Tredgolds nachzuweisen; es ist nothwendig ein für allemal seine Theorie und seine falschen Grundsätze zu verwerfen. Wer sollte es glauben, daß die Mehrzahl der Gelehrten dessen Resultate als Basis für die Festigkeitsberechnungen bis zu diesem Tage angenommen haben? Navier, von denselben Hypothesen ausgehend, kommt für das Gußeisen auf einen Werth von K, der noch größer ist als der von Tredgold, und eine der neuesten und empfehlenswerthesten Abhandlungen, die von Morin, stützt sich wie so viele andere auf die beiden irrigen Principien der neutralen Achse im Trägheitscentrum und der Gleichheit von K und K'.

Betrachten wir nun das Gußeisen in Bezug auf seine Druckfestigkeit. Nach Hodgkinson bemerkt man:

1. daß die Widerstandsfähigkeit gegen das Zerdrücken proportional ist der Querschnittsfläche;

2. daß bei gleichem Querschnitt die kürzesten Piecen eine größere Last tragen;

3. daß die totalen Compressionen, d. h. diejenigen, welche man beobachtet, während der Körper der Einwirkung der Kraft ausgesetzt ist, den Lasten bis zu einem Druck von beiläufig 17,40 Kil. pro Quadratmillimeter proportional sind;

4. daß dasselbe Gesetz für die elastischen Compressionen bis zu einer Belastung von $23^k27$ pro Quadratmillimeter gültig ist; es ist dabei zu erinnern, daß die elastischen Compressionen nichts anders sind als die totalen Compressionen nach Abzug der correspondirenden permanenten Compressionen, und diese letztern sind diejenigen, die man nach der Wegnahme der Belastung bemerkt;

5. daß die absoluten Werthe der permanenten Compressionen bis zu Belastungen von 10 — 12 Kil. pro Quadratmillimeter so schwach sind, daß man sie gänzlich vernachlässigen kann;

6. daß die Widerstandsfähigkeit K' gegen den durch Zerdrückung erfolgenden Bruch der Widerstandsfähigkeit K durch Ausdehnung nicht gleich ist, wie es Tredgold, Morin, Navier annehmen, daß sie aber bei englischem Gußeisen ungefähr siebenmal größer ist, so daß

$$K' = 7K,$$

und daß man für verschiedene Sorten von Gußeisen setzen kann:

$$K = 11{,}320{,}000$$
$$K' = 63{,}208{,}000;$$

7. daß die Widerstandsfähigkeit des Gußeisens, sei es gegen Ausdehnung oder gegen Zerdrückung, sehr veränderlich und daß es nothwendig ist, sich vorher von der Qualität des Gußeisens und der Beschaffenheit der Mischungen zu überzeugen;

8. daß man bis zu einem Druck von $17^k41$ pro Quadratmillimeter erhält:

$$E = 8{,}804{,}764{,}000^k$$

bei englischem Gußeisen; eine Größe, welche von dem Elasticitätscoefficienten der Ausdehnung sehr wenig abweicht; nach Morin kann man sie innerhalb enger Grenzen als gleich betrachten und im Durchschnitt annehmen:

$$E = 8{,}950{,}417{,}000^k;$$

9. daß das Gußeisen, ohne zerdrückt zu werden, größere Lasten trägt als das Schmiedeisen, daß das erstere aber nicht immer vorzuziehen ist, denn innerhalb Grenzen, wo die Compressionen den Belastungen proportional bleiben, comprimirt sich das Schmiedeisen viel weniger als das Gußeisen und sein Coefficient erreicht alsdann einen viel größeren Werth als der des letztern.

Vom geschmiedeten oder gewalzten Eisen. — Nach Rondelet nimmt man es als Erfahrungsresultat an, daß eine in der Richtung ihrer Länge gezogene eiserne Stange eine Verlängerung annimmt, die im Verhältniß steht zu dieser Länge, zu der Zugkraft und im umgekehrten Verhältniß ihres Querschnittes und ihrer elastischen Widerstandsfähigkeit.

Bei Versuchen, die man mit schmiedeisernen Stangen von $15^m0$ Länge und sehr kleinem Querschnitt machte, wurde bemerkt:

1. daß die totalen Verlängerungen L bis zu der Last von $1499^k72$ pro Quadratcentimeter im Verhältniß zu den Lasten zunehmen;

2. daß es derselbe Fall ist bei den permanenten Verlängerungen l und daß sie innerhalb dieser Grenzen sehr klein sind und sich höchstens bis 0,00001 pro Meter erheben;

3. daß die totalen und permanenten Verlängerungen über die Last von $1499^k72$ hinaus und besonders von $1874^k$ an sehr schnell zunehmen und zwar mehr als im Verhältniß zu den Lasten;

Digitized by Google

4. daß der Bruch bei Eisen von mittlerer Qualität stattfindet, wenn die Belastung ungefähr $30^k$ pro Quadratmillimeter beträgt, und daß sich diese bis zu $40^k$ bei Eisen bester Qualität erheben kann;

5. daß man, so lange das Verhältniß $\frac{P}{i}$ constant ist, erhält:

$$E = 19{,}000{,}000{,}000 \text{ bis } 20{,}000{,}000{,}000^k.$$

Duleau führt in seiner theoretischen und praktischen Abhandlung über die Widerstandsfähigkeit des Schmiedeisens an, daß sich keine nach ihrer Länge gezogene eiserne Stange bei einem Gewicht von $100^k0$ pro Quadratcentimeter um $\frac{5}{100{,}000}$ ihrer Länge ausdehnt. Navier bemerkt in seiner Schrift über Hängebrücken, daß nach den Versuchen von Duleau die kleinste Veränderung in der Länge, welche eine Elasticitätsveränderung zur Folge hatte, $\frac{441}{1{,}000{,}000}$ betrug, und daß die größte Längenverschiedenheit, mit welcher keine solche Veränderung verbunden war, $\frac{1167}{1{,}000{,}000}$ erreichte. Er schließt daraus, daß das geschmiedete Eisen eine Verlängerung von $\frac{13 \times 5}{100{,}000}$ oder $\frac{65}{100{,}000}$ ertragen kann, ohne daß die physische Constitution angegriffen wird, und diese Verlängerung würde hervorgebracht durch eine Belastung von 13 Kilogr. pro Millimeter oder 13000000 Kil. pro Quadratmeter.

Nach Navier ist diese Belastung die Grenze der Kräfte, denen man das Schmiedeisen aussetzen soll, und beiläufig ein Drittel der Bruchbelastung.

Wir nehmen hier für K den Werth:

$$K = 30{,}000{,}000 \text{ bis } 40{,}000{,}000^{\text{Kil.}}$$

an, indem wir aber mit K die Belastung bezeichnen, die man mit aller Sicherheit verwenden kann, überschreiten wir, selbst bei Eisen besserer Qualität, das Verhältniß

$$K_1 = 8{,}000{,}000 \text{ bis } 10{,}000{,}000^{\text{Kil.}}$$

nicht.

Es wurde bereits bemerkt, daß das Gußeisen an der Grenze, wo der Bruch stattfindet, eine rückwirkende Festigkeit besitzt, welche viel bedeutender ist als die des Schmiedeisens, daß aber auf der andern Seite das letztere viel weniger comprimirt wird als das Gußeisen innerhalb der Grenzen, wo die Compressionen den Belastungen proportional sind.

Hodgkinson hat nach den vergleichenden Versuchen, die er mit Stangen von Gußeisen und Schmiedeisen vorgenommen, den Schluß gezogen, daß der Coefficient E des der Compression ausgesetzten Gußeisens

$$E = 16{,}295{,}000{,}000^{\text{Kil.}}$$

und der der gußeisernen Stangen

$$E = 8{,}333{,}000{,}000^{\text{Kil.}}$$

war, d. h. daß der des Schmiedeisens das Doppelte von dem des Gußeisens in Bezug auf rückwirkende Festigkeit ist, und daß sich außerdem der Coefficient E des der Compression ausgesetzten Schmiedeisens merklich dem Coefficienten E des Schmiedeisens in Bezug auf Zugfestigkeit nähert.

Aus dem Umstande, daß sich das Schmiedeisen unter geringern Belastungen als die, welche seine Elasticität beeinträchtigen, nämlich weniger als 13 bis $14^{\text{Kil.}}$ pro Millimeter, minder zusammendrückt und verändert, muß man den Schluß ziehen, daß es im Allgemeinen vorzuziehen ist, das Schmiedeisen für Langschwellen zu verwenden, es sei denn, daß man keine große Wichtigkeit auf eine mehr oder minder unbedeutende Oekonomie legt.

Da das Schmiedeisen unter einem Druck von beiläufig 25 Kil. pro Millimeter zerdrückt wird, so ist es in der Praxis angezeigt, nur den vierten Theil dieser Belastung als permanente Grenze anzunehmen; auch ist es nothwendig, daß die Stützen kurz und so angeordnet sind, daß sie sich nicht biegen können.

Vom Blech. — Nach den von E. Clark vorgenommenen Versuchen scheint die Richtung, in welcher die Spannung wirkt, einen großen Einfluß auf die Widerstandsfähigkeit der Bleche auszuüben. So fand er, daß die Widerstandsfähigkeit in der Richtung der Fasern im Durchschnitt $34^k8$ pro Quadratmillimeter betrug, während sie in der zum Walzen senkrechten Richtung sich nur auf $28^k48$, also 18 Procent weniger belief.

In Folge der Versuche von Fairbairn aber muß man annehmen, daß zwischen der Widerstandsfähigkeit der Bleche in der Richtung der Fasern und in der darauf fallenden senkrechten Richtung kaum ein namhafter Unterschied bestehe; er kann mit

$$K = 36{,}970{,}000^{\text{Kil.}}$$

angenommen werden.

Bei der Berechnung der Widerstandsfähigkeit der blechernen Längenträger ist es unumgänglich nothwendig, auf den Einfluß der Vernietungen Rücksicht zu nehmen.

Wenn ein Niet gehörig angebracht ist, so bemerkt man

1. daß seine Widerstandsfähigkeit gegen das Zerreißen zu dem Flächeninhalt seines Querschnittes im Verhältniß steht;

Digitized by Google

2. daß ſie ſo ziemlich dieſelbe iſt als bei einer Stange desſelben Querſchnittes, welche einem Zuge nach der Länge ausgeſetzt iſt.

Die Erfahrung hat in der That bewieſen, daß die Belaſtung, welche im Stande iſt, einen Niet, einen Bolzen, eine Achſe zu ſchneiden, 36k69 pro Quadratmillim. beträgt, und da wir geſehen, daß die Zugfeſtigkeit des Schmiedeiſens 35 bis 40 Kilogr. iſt, ſo iſt der Unterſchied nicht groß.

Wenn die Bleche eine einfache Vernietung haben, ſo ſtreben ſich die Tafeln zu biegen, was die Folge hat, daß dieſe ſchief auf die Bolzen wirken und die Köpfe abreißen. Die doppelten Vernietungen ſind in ſo fern ſolider als ſie dieſe Bewegung verhindern; auch hat eine ſolche Verbindungsmethode drei Viertheile der Feſtigkeit der Tafel ſelbſt, welche bei einer einfachen Vernietung nur ungefähr die Hälfte iſt. Wird ein Niet in heißem Zuſtande angebracht, ſo findet ein Schwinden ſtatt, und daher die bedeutende Reibung, die zu der Widerſtandsfähigkeit dieſes Niets hinzutritt und ſich nach den Verſuchen von Clark bis 5000 und 6000 Kil. bei einem einzigen Niet von 0,022 im Durchmeſſer ſteigert. Man muß indeſſen ein großes Schwinden zu vermeiden ſuchen, wodurch die Köpfe bei den langen Bolzen abreißen.

## II. Querſchnitt der eiſernen Längenträger.

Der beſte Querſchnitt, den man den eiſernen Trägern geben kann, iſt offenbar derjenige, der bei einer einfachen Form bei gleichem Gewicht pro laufenden Meter die größte Widerſtandsfähigkeit darbietet; ein Gegenſtand, der beſonders bei Militairbrücken von Wichtigkeit iſt.

Den Verſuchen Stephenſons, Hodgkinſons und Fairbairns hat man es zu danken, daß man bezüglich dieſer wichtigen Frage ins Klare gekommen iſt. Wir beſitzen von Stephenſon einige Verſuche über die Widerſtandsfähigkeit gußeiſerner Röhren verſchiedener Formen gegen den Bruch und die Biegung. Die Röhren waren gleichzeitig gegoſſen und man hatte ihnen dieſelbe Querſchnittsfläche, Schwere und Stärke gegeben.

Durch die Erfahrung haben wir die folgende Ordnung der Bruchfeſtigkeit kennen lernen:

| | |
|---|---|
| Quadratiſcher Querſchnitt . . . | 21,262,000 Kil. |
| Kreisrunder „ . . . | 23,156,000 „ |
| Länglich viereckiger „ . . . | 25,335,000 „ |
| Elliptiſcher „ . . . | 36,434,000 „ |

Es iſt zu bemerken, daß man bei Anwendung der Formeln von Morin zu einem ganz entgegengeſetzten Reſultat gelangt, denn es gibt dieſer Autor folgende Reihenfolge:

Querſchnitt: quadratiſch, kreisrund, länglich viereckig, elliptiſch,

anſtatt: elliptiſch, länglich viereckig, kreisrund, quadratiſch.

Morin erklärt dieſen Gegenſatz durch die Bemerkung, daß die Hypotheſen, worauf ſeine Theorie beruht, nur für kleine Biegungen annehmbar ſind; eine Erklärung, welche weder klar noch genau erſcheint.

Die Autorität Stephenſons beſtärkt unſere Meinung; um die Vortheile einer geringern Biegung und einer größern Bruchfeſtigkeit zu vereinigen, verſuchte der berühmte Ingenieur zuvörderſt die Röhren mit elliptiſchem Querſchnitt bei dem Beginn der Röhrenbrücken.

Der erſte ⊤Balken (Fig. 1 nach Seite 62), welcher gegoſſen wurde, hatte in der Mitte die folgenden Dimenſionen:

$$a = 0{,}082 \quad a' = 0{,}032$$
$$b + b' = 0{,}333 \quad b = 0{,}032.$$

Ganzer Flächeninhalt = 0,0123 Quadratmeter ungefähr,
Flächeninhalt der Rippe 0,00262 „ „

Dieſer Träger wurde im Jahre 1801 bei einer Spinnerei in Mancheſter angewendet, die von Boulton und Watt entworfen war.

Es entfernen ſich dieſe Verhältniſſe kaum von denen, die man annehmen muß, um bei einem gegebenen Gewicht einen einfachen ⊤Querſchnitt von größter Widerſtandsfähigkeit zu erhalten, was wir weiterhin beweiſen werden.

Beinahe ein Vierteljahrhundert hindurch galten dieſe Träger bei großen feuerſichern Etabliſſements als Muſter.

Im Jahre 1824 veröffentlichte Tredgold die zweite Auflage ſeines Werkes über die Kraft des Eiſens. Er hatte einige Verſuche mit Gußeiſen gemacht und dazu Eiſen von doppelter ⊤Form verwendet; er folgerte daraus, daß der Träger mit gleichen Rippen derjenige ſei, welcher bei einem gegebenen Gewicht die beſten Bürgſchaften für die Widerſtandsfähigkeit bietet.

Verſuche von Fairbairn, welche um dieſelbe Zeit gemacht wurden, lieferten den Beweis, daß dieſer Schluß gänzlich ungenau iſt und daß man, um eine größere Widerſtandsfähigkeit zu erhalten, der dem Zuge ausgeſetzten Rippe einen ſtärkern Querſchnitt geben müſſe. Und dies iſt ſofort begreiflich, wenn man berückſichtigt, daß das Gußeiſen dem Zuge weniger als dem Zerdrücken widerſteht.



Digitized by Google

Auf einer andern Seite begann Hodgkinſon im Jahre 1827 in den Werkſtätten Fairbairn's zu Mancheſter ſeine Unterſuchungen über die Widerſtandsfähigkeit der eiſernen Träger. Schon früher, im Jahre 1824, hatte Hodgkinſon in dem 4. Bande der „Memoiren der literariſchen und philoſophiſchen Geſellſchaft zu Mancheſter" eine Abhandlung über die transverſale Widerſtandsfähigkeit der Materialien veröffentlicht, und dieſer ausgezeichnete Ingenieur war es, der den bei den Berechnungen der Widerſtände zu verfolgenden Weg vorzeichnete.

Die mathematiſchen Entwicklungen und die Unterſuchungen, wie ſie in dem Memoire des Hodgkinſon angegeben ſind, bewieſen ſchon damals, daß die von Tredgold für gußeiſerne Träger vorgeſchlagene Form nicht die beſte ſei, um dem Bruch Widerſtand zu leiſten. In der That war es bewieſen, daß die Widerſtandsfähigkeit K' des Gußeiſens gegen den Bruch durch Compreſſion viel größer ſei als ſeine Widerſtandsfähigkeit gegen die Ausdehnung; nur war das zwiſchen beiden beſtehende Verhältniß unbekannt. Hodgkinſon war nichts deſto weniger überzeugt, daß die transverſale Widerſtandsfähigkeit, d. h. die reſp. Feſtigkeit, zugleich von der einen und der andern der beiden erſten abhängt.

Einige nicht veröffentlichte Verſuche deſſelben Ingenieurs berechtigen zu dem Glauben, daß bei den gußeiſernen Trägern die neutrale Achſe, um welche der Bruch vor ſich geht, den Querſchnitt in Theile zerlegt, welche den Widerſtänden K und K' entgegengeſetzt ſind, d. h. daß die comprimirte Fläche $^1/_6$ oder $^1/_7$ des ganzen Querſchnittes ſei, wogegen Hodgkinſon aber Zweifel erhebt, und in der That iſt dieſer Schluß nicht ganz genau; unſere neue Theorie, die wir in unſerer theoretiſchen und praktiſchen Abhandlung *) aufgeſtellt, liefert den Beweis, daß dieſes Verhältniß auf die Momente der Widerſtände um die neutrale Achſe und nicht auf Flächen anwendbar iſt. Uebrigens ſtimmt Hodgkinſon damit auch ſtillſchweigend überein, wenn er die Folgerungen aus ſeinen Verſuchen, wie folgt, darſtellt:

„Wenn man annimmt, ſagt er, daß alle ziehenden und drückenden Kräfte einzeln in dem Bruchquerſchnitt in zwei Punkten vereinigt wären, wovon der eine über, der andere unter der Bruchachſe, ſo würde bei gleicher Metallmaſſe der Träger die größte Widerſtandsfähigkeit beſitzen, wenn dieſe Punkte ſo weit als möglich voneinander entfernt wären, weil der Hebelsarm alsdann der größte wäre."

Hodgkinſon ſetzt hinzu:

„Wenn die Höhe des Trägers beſchränkt iſt, ſo kann man das Maximum der Widerſtandsfähigkeit noch dadurch erreichen, daß man zwei kräftige Rippen anbringt, die eine am obern, die andere am untern Theil des Trägers; der mittlere Theil iſt dann nur eine dünne Metallplatte mit der Beſtimmung, dieſe Rippen immer in gleichem Abſtande voneinander zu erhalten und auch einen andern Zweck zu erfüllen, welcher ſpäter angegeben werden wird."

„Was die vergleichende Widerſtandsfähigkeit der Rippen bei Trägern von verſchiedenen Stoffen betrifft, ſo hängt ſie von der Beſchaffenheit der letztern ab. Wenn z. B. die Zugfeſtigkeit der Druckfeſtigkeit ziemlich gleich iſt, ſo müſſen die beiden Rippen oder der Kopf und der Fuß dieſelbe Widerſtandsfähigkeit haben, und es wird dies der Fall ſein, wie groß auch die Stärke des ſie verbindenden mittlern Theils ſein möge, jedoch vorausgeſetzt, daß ſie conſtant iſt."

„Denken wir nun, daß die Stärke des zwiſchen den Rippen befindlichen Theils oder der Stehrippe ſo klein ſei, daß deren Widerſtandsfähigkeit unberückſichtigt bleiben könnte, denken wir ferner, daß die Beſchaffenheit des Trägers der Art ſei, daß eine Kraft F erforderlich wäre, um durch Zug die Elaſticität bis zu einem gewiſſen Grade zu beeinträchtigen, und daß eine andere Kraft G dieſelbe Wirkung durch Druck hervorbringe; ſo müßten die Querſchnittflächen der Rippen ſich wie G zu F oder im umgekehrten Sinne ihrer Widerſtandsfähigkeit verhalten, damit die auf den Träger wirkende Kraft auf dieſe beiden Rippen dieſelbe Wirkung hervorbringe. Oder aber, wenn bei Vernachläſſigung der Widerſtandsfähigkeit des mittlern Theils Gewichte F' und G' nothwendig ſind, um den Träger durch Zug oder Druck zu zerbrechen, ſo müßten ſich die Querſchnittsflächen der Rippen unter ſich im umgekehrten Sinne der Gewichte verhalten, um die größte Bruchbelaſtung tragen zu können."

Dieſer von Hodgkinſon gemachte Schluß ſtimmt weder mit den Reſultaten ſeiner Verſuche, noch mit der Lage, die er der neutralen Achſe gibt, noch endlich mit dem mechaniſchen Gleichgewicht überein, das er annimmt und das er um dieſe Achſe herum feſtzuſetzen ſucht. Hodgkinſon vermiſcht hier eine Frage über Momente rings um die neutrale Achſe mit einer Frage über Flächenräume. Es wird ohne Zweifel geſchehen, daß das Verhältniß G' ſich dem umgekehrten Verhältniſſe der Momente nähern wird, wie es auch in unſerer neuen Theorie logiſch geſchloſſen iſt; dieſer ausnahmsweiſe

*) Vergl. Allgem. Bauzeitung, Jahrgang 1859 Seite 257 ꝛc.

Digitized by Google

Fall setzt aber gewisse ganz besondere und unbestimmte Dimensionen des senkrechten Körpers voraus.

Uebrigens erhebt Hodgkinson Zweifel über den angeführten Schluß. „Man muß nicht immer, setzt er hinzu, die Querschnittsflächen der Rippen genau in dem Verhältniß der äußersten Spannung der Zerdrückung zu machen suchen. Auf der andern Seite kann die Stärke des mittlern Theils *nicht beliebig bestimmt* werden; er hat einen gewissen Einfluß und muß eine passende Stärke haben."

Dieses annäherungsweise Verhältniß $\frac{G'}{F'}$ ist von andern Autoren angenommen worden. In seiner Abhandlung über die Widerstandsfähigkeit der Materialien theilt Tate eine Formel mit, die auf der Hypothese basirt, daß die Querschnitte der Rippen in jedem besondern Falle im umgekehrten Verhältnisse zu den Druck- und Zugkräften sein müßten. Hodgkinson selbst hat aus diesen Versuchen eine Formel abgeleitet, welche annäherungsweise die Bruchformel gibt, welche einen empirischen Coefficienten enthält, der für das Gußeisen mittels der angeführten Versuche bestimmt wurde.

Mit der Formel von Tate gelangt man zu Resultaten, die sich denjenigen der Hodgkinson'schen sehr nähern.

Nachdem wir im III. Kapitel die Principien unserer Theorie kurz dargestellt, leiten wir daraus die anzuwendende wahre Formel zur Ermittlung des Querschnittes der größten Widerstandsfähigkeit der doppelten ⊤Eisen ab.

Hodgkinson hat ebenfalls wichtige Versuche über die Widerstandsfähigkeit der gußeisernen Träger gemacht, deren Querschnitt die Form eines einfachen ⊤ hatte. Alle diese seine Resultate bestätigen unsere Principien und widerlegen diejenigen gänzlich, welche die Basis der Theorien von Tredgold, Navier, Morin u. s. w. bilden.

Die Versuche von Hosking mit rechtwinkligen, kreisrunden und elliptischen Röhren von sehr dünnem geschweißten Eisen ohne Nieten, ergeben als Mittel des Elasticitätscoefficienten E

$$E = 16{,}572{,}000{,}000^k,$$

und die Last 2 P, die zur Berechnung desselben diente, betrug noch dazu mehr als das Doppelte derjenigen, welche Morin als Grenze der permanenten Belastungen annimmt.

Dieser Werth von E nähert sich demjenigen sehr, der aus den Versuchen von Hodgkinson abgeleitet wurde und der Anwendung unserer Formeln entspricht.

Wenn man endlich die Resultate der Formeln Morins mit denen von Fairbairn beobachteten über schmiedeiserne nicht gleichförmige Balken von doppelter ⊤Form vergleicht, so muß man von neuem den Schluß ziehen, daß schlechte Principien folgerichtig zu schlechten Resultaten führen müssen. So sind bei einem seiner Versuche die Biegungen den Belastungen bis zu einem Drucke $2P = 3507^k58$ proportional geblieben, während in diesem Falle die durch Morins Formel erhaltene Grenze der permanenten Belastungen nur $1727^k68$, also die Hälfte sein würde; ja bei einer Biegung von $^1/_{324}$ der Tragweite erhob sich das Verhältniß von $2587^k20$ auf $8987^k$, oder nahezu um das Vierfache!

Wir haben nun noch die blechernen Längenträger zu betrachten, obschon ihnen für militairische Brücken gewisse wichtige Eigenschaften abgehen; übrigens werden diese Träger zu Tragweiten verwendet, die in der Fortification kaum vorkommen.

Wenn man das Blech durch Niete verbindet, so kann man ein System von Röhren mit länglich viereckigem oder elliptischem Querschnitt combiniren, das im Stande ist, eine sehr große Widerstandsfähigkeit anzunehmen, wenn ihr Querschnitt und die Stärke des Bleches danach bemessen sind. Bekanntlich hat Stephenson diese Idee bei seinen Röhrenbrücken ausgeführt, deren innerer Querschnitt für den Durchgang eines Wagenzuges geräumig genug ist.

Die Versuche Fairbairns mit symmetrischen rechtwinkligen, kreisrunden oder elliptischen Blechröhren haben in Uebereinstimmung mit unsern Principien den Beweis geliefert, daß die Röhren, wenn die Vernietungen fest sind, im obern Theile nachgeben, der sich in Folge eines Druckes biegt. Es geht daraus hervor:

1. daß der obere Theil bei den Röhren wie bei vollen Körpern, die an ihren Enden unterstützt sind, dem Druck und der untere Theil der Ausdehnung ausgesetzt ist;

2. daß die Widerstandsfähigkeit des geschmiedeten Eisens gegen das Zerdrücken viel geringer ist als dessen Widerstandsfähigkeit gegen das Zerreißen durch Ausdehnung, daß es folglich zweckmäßig ist für den Scheitel der Röhre (also dem Gußeisen entgegengesetzt) stärkere Blechtafeln zu verwenden als für den untern Theil.

Dies versuchte auch Fairbairn anfänglich bei seinen Arbeiten für die Röhrenbrücken; er wandte dann die Zellenform an, welche von Stephenson definitiv angenommen wurde.

Fairbairn machte noch andere Versuche, um das Verhältniß kennen zu lernen, das zwischen dem Querschnitt des obern und dem des untern Theils festzustellen wäre, so daß oben und unten die gleiche Widerstandsfähigkeit stattfindet.



Digitized by Google

Berechnet man mit Hülfe der für die kleinſten Belaſtungen beobachteten Biegungen den Elaſticitätscoefficienten E, ſo erhält man:

$$E = 16{,}600{,}000{,}000^k.$$

Nach verſchiedenen Verſuchen haben die engliſchen Ingenieure für die Widerſtandsfähigkeiten K und K′ des Bleches gegen den Bruch durch Ausdehnung und durch Druck angenommen:

$$K = 28{,}680{,}000^k$$
$$K' = 23{,}290{,}000$$
$$\frac{K}{K'} = \frac{5}{4} \text{ beiläufig.}$$

Da die Widerſtandsfähigkeit gegen den Bruch durch Druck bei dem Gußeiſen viel größer iſt als beim Blech, ſo haben einige Ingenieure, welche nur den Bruch in Betrachtung zogen, geſchloſſen, daß es zweckmäßig ſei, das Gußeiſen für den obern und das Blech für den untern Theil der Röhrenbrücken zu verwenden. Da aber, wie wir geſehen haben, das Schmiedeiſen innerhalb der Grenzen, wo die Elaſticität nicht verändert wird, noch viel weniger zuſammendrückbar iſt als das Gußeiſen, und da die Biegungen ſo viel als möglich beſchränkt werden müſſen, ſo iſt es folgerichtig, das Schmiedeiſen dem Gußeiſen zu ſubſtituiren, wie es Fairbairn gethan hat.

Morin nimmt als Grenzwerth der permanenten Belaſtungen, den man mit aller Sicherheit anwenden kann:

$$K_1 = 6{,}000{,}000^k \text{ und } K_1 = K_1'.$$

Dieſer Werth von $K_1$ iſt viel geringer als der, welchen die engliſchen Ingenieure angenommen haben, und $K_1'$ die Grenze für die Druckfeſtigkeit, iſt nicht gleich $K_1$ der Grenze der Zugfeſtigkeit.

Wenn man in der That die Formel von Clark auf die Röhrenbrücke von Conway anwendet, ſo findet man:

$$K_1 = 9{,}617{,}600^k$$
$$K_1' = 7{,}423{,}800^k.$$

## III. Längenträger oder Streckbalken bei Militairbrücken.

Beſchaffenheit der Streckbalken. — Die im vorigen Abſchnitt angeſtellten Betrachtungen führen uns ſchon auf den Schluß, daß das Gußeiſen und Schmiedeiſen zwei Körper ſind, die ſich eben ſo wohl durch ihre phyſiſchen wie durch ihre mechaniſchen Eigenſchaften unterſcheiden. Die Auseinanderſetzung dieſer Verſchiedenheiten wird unſer Anhaltspunkt bei der Wahl des zu den Militairbrücken zu verwendenden Eiſens ſein.

1. Die gußeiſernen Träger werden als ein einziges Stück gegoſſen; ihr Querſchnitt variirt von einer Stelle zur andern, um Koſten und ein Gewicht zu vermeiden, die um ſo beträchtlicher ſein werden als die Tragweite größer iſt; daher entſtehen Ungleichheiten im Guſſe und in der Abkühlung und folglich ſehr gefährliche verſteckte Höhlungen.

2. Das Schmied- oder gewalzte Eiſen kann keinen verſteckten Fehler enthalten, beſonders das letztere, das bei ſeiner Darſtellungsweiſe eine vollſtändige Homogenität zeigt.

3. Das Gußeiſen koſtet weniger als das Schmiedeiſen; um aber den Folgen der verſteckten Fehler oder der Vibrationen auszuweichen, muß man die Dimenſionen größer annehmen als es die Theorie angibt, um eine gegebene Laſt zu tragen. Der Vortheil, den man davon erwartete, verſchwindet alſo.

4. Die Zugfeſtigkeit wie die Druckfeſtigkeit des Gußeiſens iſt ſehr veränderlich, und es iſt nothwendig, daß man ſich vor ſeiner Verwendung von der Beſchaffenheit desſelben überzeugt.

5. Das Gußeiſen hat eine viel größere Druckfeſtigkeit als das Schmiedeiſen; dagegen iſt das letztere innerhalb der Grenzen, wo die Preſſungen den Belaſtungen proportional bleiben (was man bei allen Conſtructionen als Regel feſtſtellen muß) vorzuziehen, weil ſich das Schmiedeiſen innerhalb dieſer Grenzen viel weniger zuſammendrücken läßt als das Gußeiſen; auch ſein Elaſticitätscoefficient E erreicht einen viel höhern Werth.

6. Das Gußeiſen duldet nur geringe Verlängerungen bis zu ſeinem Bruche; das Schmiedeiſen dagegen erlangt erſt beträchtliche Verlängerungen, wenn die Belaſtungen ſehr ſtark ſind.

7. Bei Kräften, welche geringer ſind als die Laſt, welche den Bruch des Gußeiſens veranlaſſen würde, nämlich beiläufig $1181^k$ pro Quadratcentimeter, iſt die mittlere Verlängerung des Gußeiſens $2\frac{1}{4}$mal größer als die des Schmiedeiſens. In dem Moment, wo das Gußeiſen bricht, iſt ſeine letzte Verlängerung 3mal größer als beim Schmiedeiſen.

8. Bei Zugkräften, welche $945^k$ pro Quadratcentimeter beim Gußeiſen und $2125^k$ beim Schmiedeiſen nicht überſteigen, iſt eine $2\frac{1}{4}$mal größere Kraft beim Schmiedeiſen als beim Gußeiſen erforderlich, um gleiche Verlängerungen hervorzubringen.

9. Um totale Elaſticitätsverluſte und Verlängerungen von gleichem Werthe hervorzubringen, bedarf das Gußeiſen

Digitized by Google

einer Zugkraft von 866$^k$, während beim Schmiedeisen dazu 1952$^k$ erforderlich sind.

Diese Kraft auf das Gußeisen aber liegt derjenigen sehr nahe, welche den Bruch veranlaßt, während bei dem Schmiedeisen die Kraft, welche den gleichen Ausdehnungen correspondirt, nur die Hälfte der Bruchbelastung ist.

10. Bei Kräften unter 866$^k$ und 1952$^k$ ist die permanente Ausdehnung des Gußeisens größer als beim Schmiedeisen. Bei größern Belastungen ergibt sich das Umgekehrte; über 2361$^k$ übersteigt die Ausdehnung des Schmiedeisens die höchste permanente Ausdehnung des Gußeisens.

11. Wenn man das Eisen den Bruchbelastungen aussetzt, nämlich das Gußeisen 1181$^k$ und das Schmiedeisen 3048$^k$, so wird die erlangte größte Verlängerung pro englische Tonne und Quadratcentimeter bei dem Schmiedeisen achtmal bedeutender sein als bei dem Gußeisen.

12. Bei ein und demselben Steigen der Temperatur ist die Ausdehnung des Schmiedeisens größer als die des Gußeisens, und seine Biegsamkeit ist zehnmal bedeutender.

13. Die Ausdehnung des Schmiedeisens bei dem Steigen der Temperatur um 50 Centigrade correspondirt der Verlängerung, die durch eine Zugkraft von 1165, bei dem Gußeisen von 472$^k$ pro Quadratcentimeter hervorgebracht wird.

Außerdem ist die Differenz der Ausdehnung der beiden Materialien der Verlängerung gleich, die durch eine Zugkraft von 1181$^k$ hervorgebracht wird.

Aus diesen Auseinandersetzungen geht also hervor, daß das Gußeisen gewisse merkwürdige Eigenschaften besitzt, daß aber seine Mängel, wenn es sich um die Längenträger der Militairbrücken handelt, vielfach sind. Auf der andern Seite sind die Eigenschaften der beiden Metalle zu verschieden und manchmal zu entgegengesetzt, um die Absicht zu hegen, mit Vortheil gußeiserne Träger, armirt mit schmiedeisernen Zugbändern, verwenden zu können. Es scheint im ersten Augenblick, als ob ein solches System so vortrefflich combinirt wäre, daß jedes der beiden Metalle dabei jener Kraft ausgesetzt sei, die es am besten erträgt. Indessen ist eine solche Anordnung oft gefährlich, denn außer den Veränderungen, die durch die Ungleichheit der Verlängerungen und der Elasticitätsverluste entstehen, veranlassen plötzliche Stöße und Temperaturveränderungen Störungen in der Harmonie der Construction. Bei Zunahme der Belastungen, wenn sie vergleichsweise auch nur gering sind, kann ein armirter Träger aus einem Zustande vollkommener Sicherheit zu einem Zustand der Unbeständigkeit und der Gefahr übergehen. Die Folge also ist, daß man unmöglich eine Anordnung finden kann, bei welcher die ganze Widerstandsfähigkeit des Eisens in Wirksamkeit tritt, ohne gleichzeitig den gußeisernen Bestandtheil in Gefahr zu bringen. Es erfordert übrigens diese Art von Trägern eine complicirte Arbeit und beträchtliche Schwierigkeiten bei ihrer Anfertigung und daran vorkommenden Reparaturen; auch sind sie kostspieliger, unbequemer und bei einem plötzlichen Stoß oder anhaltenden Schwankungen dem Brechen mehr ausgesetzt.

Wie also bereits bemerkt wurde, werden die Blechbalken selten anders als für Tragweiten angewendet, die größer sind als die in der Fortification vorkommenden, welche mit großer Geschwindigkeit hergestellt und reparirt werden müssen.

Die Blechbalken werden in verschiedenen Formen angewendet. Der Zellen- oder Kastenbalken (Fig. 2) wurde anfänglich dem doppelten ⊤Balken vorgezogen; dennoch hat dieser letzterer bei beinahe eben so viel Widerstandsfähigkeit als der Zellenbalken in militairischer Beziehung gegen den erstern noch sehr bedeutende Vortheile.

Nach Fairbairn findet man, daß bei gleichem Gewicht die Widerstandsfähigkeit des doppelten ⊤Balkens 0,90 derjenigen des Zellenbalkens beträgt. Diese Ungleichheit kann aus einem Fehler in dem zwischen den Rippen bestehenden Verhältniß oder durch die Vertheilung des Metalles entstehen, das sich bei dem Zellenbalken der Seitenbiegung kräftiger widersetzt. Wir sind sehr geneigt zu der Annahme, daß beide Ursachen in Verbindung stehen.

Man hat verschiedene Mittel angewendet, um die transversale Widerstandsfähigkeit des doppelten ⊤Balkens zu vermehren; das eine besteht darin, Piecen von Holz an jeder Seite der Stehrippe anzubolzen, welche in diesem Falle in England mit dem Namen „Sandwichträger" bezeichnet wird. Dieser ist eine einfache eiserne Schiene ohne Winkeleisen und zwischen zwei Hölzern eingeschlossen, von denen die Widerstandsfähigkeit viel mehr abhängt als von der eisernen Schiene. Diese Art und Weise ist fehlerhaft und schwach.

Der doppelte ⊤Balken ist ökonomischer als der Zellenbalken, schon wegen der geringern Arbeit, die er erfordert; er ist besser zu handhaben und leichter im Magazin aufzubewahren, wo er wenig Raum einnimmt; auch ist er im Handel zu haben und ist sehr schnell herzustellen; er ist leicht und schnell zu verlegen, was hinsichtlich der Repara-

Digitized by Google

turen von großer Wichtigkeit iſt; er iſt ferner dauerhafter, weil ſeine Stehrippe mehr Stärke hat als die Platten der Zellen und folglich mehr Bürgſchaft gegen die Oxydation gewährt, und endlich iſt er leichter zu reinigen, anzuſtreichen und der Anſtrich auszubeſſern.

Wir müſſen hier einen Träger von Eiſenblech und Schmiedeiſen erwähnen, der den Querſchnitt eines doppelten I hat und beſonders in induſtriellen Zweigen häufig angewendet wird. Dieſer Träger (Fig. 3) beſteht aus Blechplatten, die unter ſich durch angenietete Winkeleiſen verbunden ſind; in Entfernungen von 1m0 werden dieſe Träger von Querriegel ähnlicher Conſtruction in Verbindung geſetzt. Für Eiſenbahnen werden die Fahrſchienen direct auf die Längenträger gelegt, welche in Abſtänden geſtreckt ſind wie es die Breite der Bahn erheiſcht. Die Stärke der Bleche iſt verſchieden, je nach den außergewöhnlichen Belaſtungen, der Entfernung und den Dimenſionen der Conſtructionstheile; gewöhnlich beträgt ſie 0m004 bis 0m006. Auch die ganze Höhe des doppelten T richtet ſich nach der Tragweite und der Belaſtung; im Durchſchnitt rechnet man 0m60.

Dieſes Syſtem von Trägern hat unbeſtreitbare Vortheile gegen die Träger aus gewalztem Eiſen. Ihre Widerſtandsfähigkeit gegen den Bruch iſt ſehr bedeutend und bei Spannweiten von mehr als 7m0 bis 8m0 iſt ihre Anwendung mit Oekonomie verbunden. Da außerdem das Blech dem Brechen weniger ausgeſetzt iſt als das Stangeneiſen, ſo kann es vortheilhaft für ſolche Brücken verwendet werden, die für den Uebergang von Eiſenbahnen beſtimmt ſind; nur muß man, um Schwankungen zu vermeiden, dafür Sorge tragen, daß das daraus hergeſtellte Conſtructionsſyſtem in allen ſeinen Theilen ſolidariſch verbunden iſt.

Die Uebelſtände der Blechträger ſind denen der Kaſten- oder Zellenträger ähnlich. Da die meiſten vom militairiſchen Standpunkte betrachtet erheblich ſind, ſo iſt es in den meiſten Fällen vorzuziehen, Träger von gewalztem Eiſen anzuwenden, wenn die Tragweiten 7m0 bis 8m0 nicht überſchreiten. Wir werden es nun verſuchen für dieſe den in Bezug auf die Oekonomie und Widerſtandsfähigkeit vortheilhafteſten Querſchnitt zu ermitteln, zu welchem Zweck wir mit kurzen Worten die allgemeinen Principien und Formeln unſerer Theorie mit wenigen Worten darlegen.

Querſchnitt der Längenträger. — Da bei den der Biegung ausgeſetzten Körpern ein Theil der Faſern der Ausdehnung und der andere Theil dem Drucke ausgeſetzt iſt, ſo gelangt man ſofort zu der Ueberzeugung, daß es nothwendig iſt, zwei unter ſich ſehr verſchiedene Kräfte in die Berechnung einzuführen, und dieſe ſind: K die Widerſtandsfähigkeit gegen den Bruch durch Ausdehnung; K' die Widerſtandsfähigkeit gegen den Bruch durch Druck; alle beide pro Flächeneinheit angenommen. Die Widerſtandsfähigkeit gegen die Biegung iſt offenbar eine Function dieſer beiden Kräfte, die ſich mit ihnen verändert.

Der größern Einfachheit wegen nehmen wir einen Körper mit conſtantem länglich viereckigem Querſchnitt an (Fig. 4). Es ſei C die Länge des an einem Ende eingelaſſenen und am andern mit einem Gewicht Q belaſteten Eiſens. Welche Schwere muß man dieſem Gewicht geben, 1. um den Bruch zu veranlaſſen, 2. um in den Grenzen der natürlichen Elaſticität des Körpers zu verbleiben?

Es ſei (Fig. 5) m n r p der Querſchnitt; a und h bezeichnen die Breite und die Höhe und f den Abſtand B m der neutralen Achſe A B von der obern Linie p m. Der Theil p m B A ſei der Ausdehnung und A B n r dem Drucke ausgeſetzt. Wir nehmen A B für die Achſe der x an und beſtimmen zuvörderſt die Lage dieſer Achſe der unveränderlichen Faſern.

Die Summe S der Momente aller Widerſtände gegen den Bruch durch Ausdehnung im Umkreiſe der Achſe A B wird ſein:

$$S = K\int_0^f a\,y\,dy.$$

Die Summe S' der Momente der Widerſtände gegen den Druck:

$$S' = K'\int_0^{h-f} a\,y\,dy.$$

Da ein Gleichgewicht beſteht, ſo haben wir:

$$S \text{ oder } K\int_0^f a\,y\,dy = S' \text{ oder } K'\int_0^{h-f} a\,y\,dy$$

$$\tfrac{1}{2}\,K\,a\,f^2 = \tfrac{1}{2}\,K'\,a\,(h-f)^2$$

$$f = h\,\frac{\sqrt{K\,K'}-K'}{K-K'} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Dieſer Werth von f beweiſt, daß die Lage der Achſe der unveränderlichen Faſern von den der Natur des betrachteten Körpers inhärirenden Widerſtänden K und K' abhängt. Dieſe Lage ändert ſich alſo bei Körpern von verſchiedener Beſchaffenheit, ſelbſt dann, wenn ſie denſelben Durchſchnitt und dieſelbe Länge hätten, und wenn ſie von ein und derſelben Kraft in Anſpruch genommen würden.

Wir haben nun noch die Gleichgewichtsgleichung zu beſtimmen, und nehmen dabei den Fall der Fig. 4 an. Wir erhalten:

Digitized by Google

$$PC = K\int_0^f xy\,dy + K'\int_0^{h-f} x'y'\,dy'$$

oder aber:

$$PC = 2K\int_0^f xy\,dy = 2K\int_0^f ay\,dy,$$

$$PC = Kaf^2 = Kah^2\,\frac{KK' - 2K'\sqrt{KK'} + K'^2}{(K-K')^2}.$$

Im Allgemeinen wird man für irgend einen Querſchnitt, deſſen Gleichung $\varphi(x) = 0$, zur Beſtimmung von f das folgende Verhältniß haben:

$$K\int_0^f xy\,dy = K'\int_0^{h-f} x'y'\,dy'.$$

Man nimmt, in $\varphi(x) = 0$, den Werth von x dargeſtellt durch $x = \phi(y)$
und man erſetzt x durch dieſen Werth in der angeführten Gleichung; man braucht dann nur zu integriren, um f zu erhalten.

Um alſo irgend eine Aufgabe des Widerſtandes gegen Biegung zu löſen, haben wir nach unſerer Theorie zwei Gleichungen, die eine zur Beſtimmung des Werthes von f:

$$K\int_0^f xy\,dy = K'\int_0^{h-f} x'y'\,dy' \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

woraus

$$x' = \psi(y)$$

und die Gleichgewichtsgleichung:

$$PC = 2K\int_0^f \phi(y)\,y\,dy \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Dieſe Formeln werden für länglich viereckige, dreieckige oder quadratiſche Querſchnitte viel einfacher.

Länglich viereckiger Querſchnitt (Fig. 5).

$$f = h.\frac{\sqrt{KK'} - K'}{K - K'} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

$$PC = Kaf^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

wo af den Theil des Querſchnittes darſtellen muß, welcher der Ausdehnung ausgeſetzt iſt, d. h. den obern Theil, wenn der Körper an einem Ende eingelaſſen iſt, wie wir bei Aufſtellung der Formel vorausgeſetzt haben; oder aber es wird damit der untere Theil bezeichnet, wenn der Körper an ſeinen beiden Enden unterſtützt iſt. In dieſem letztern Falle würde die Tragweite 2C und die Belaſtung in der Mitte 2P ſein, wenn man die Formel (2) anwenden wollte.

Quadratiſcher Querſchnitt.

$$f = a\,\frac{\sqrt{KK'} - K'}{K - K'}$$

$$PC = Kaf^2$$

für den Fall, daß der Träger mit einer ſeiner Seiten aufliegt; würde man ihn auf eine Kante legen, ſo würde die Widerſtandsfähigkeit gegen den Bruch geringer ſein.

Unſere Theorie ſtimmt hierin mit der von Barlow überein. Es ſei in der That R die Widerſtandsfähigkeit eines Holzes mit quadratiſchem Querſchnitt, flach gelegt, R' aber deſſen Widerſtandsfähigkeit, wenn es mit einer Kante aufliegt. Nach Barlow hat man das Verhältniß:

$$R : R' = 134 : 128.$$

Nach unſerer Theorie hat man für ein flach aufliegendes Holz mit quadratiſchem Querſchnitt (Seite 224 und 225 unſerer theoretiſchen und praktiſchen Abhandlung):

$$R = 1{,}241{,}215\,a^3 = PC.$$

Sehen wir nun, zu welchem Werth von R' wir durch die Vergleichung mit dem Verhältniß von Barlow gelangen:

$$134 : 128 = 1{,}241{,}215 : x$$

$$x = 1{,}185{,}600 = R'.$$

Durch unſere Formeln erhalten wir:

$$R' = 1{,}190{,}300.$$

Eine ſolche Annäherung iſt eben ſo merkwürdig als für unſere Principien günſtig ſprechend.

Dreiſeitiger Querſchnitt.

Ein ſolcher Querſchnitt iſt nicht ſehr vortheilhaft. Nach Barlow und nach unſerer Theorie iſt die Widerſtandsfähigkeit einer dreiſeitigen Piece größer, wenn ſie flach aufgelegt wird. Dies ſtimmt mit dem überein, was man bei dem Quadrat bemerkt.

Nicht derſelbe Fall iſt es mit den Reſultaten der Theorie Morin's. Zuvörderſt gelangt man zu einer vollkommenen Gleichheit des Widerſtandes bei dem dreiſeitigen Querſchnitt, wie auch die Piece gelegt ſein möge, und betrachtet man dann das Quadrat, das nach allem aus zwei Dreiecken beſteht, ſo gelangt man zu dem ſonderbaren Schluß, daß die Widerſtandsfähigkeit das Doppelte ſei, wenn die Piece mit einer Kante aufgelegt wird.

Querſchnitt mit einfachem T.

Vor allem muß man ſich von der Lage der neutralen Achſe (Fig. 1) überzeugen.

1. Fällt ſie mit pq zuſammen, ſo muß die Gleichung $Kab^2 = K'a'b'^2$ übereinſtimmend ſein.

2. Wenn die Achſe die Rippe ſchneidet hat man:

$$Kab^2 > K'a'b'^2.$$

3. Endlich, in dem gewöhnlichſten Falle der einfachen T-Eiſen ſchneidet die neutrale Achſe den ſenkrechten Körper und man hat:

$$Kab^2 < K'a'b'^2.$$

Digitized by Google

Die Formeln für die T Eisen sind:

$$f = -\frac{z}{2} \pm \sqrt{Z' + \frac{z^2}{4}} \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

worin:

$$z = 2\,\frac{bK\,(a - a') + a'K'\,(b + b')}{a'\,(K - K')}$$

$$Z' = \frac{Kb^2\,(a - a') + a'K'\,(b + b')^2}{a'\,(K - K')}$$

und die Gleichgewichtsgleichung:

$$PC = K\,[ab\,(2f - b) + a'\,(f - b)^2] \quad . \quad (2)$$

Diese Formeln sind in dem Falle anwendbar, wo die Rippe der Ausdehnung ausgesetzt ist; soll sie dagegen dem Zerdrücken Widerstand leisten, so muß man K in K' und umgekehrt in den beiden vorstehenden Formeln verwandeln.

Querschnitt mit doppeltem symmetrischen T (Fig. 6).

$$f = -\frac{z}{2} \pm \sqrt{Z' + \frac{z^2}{4}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

worin

$$z = 2\,\frac{KS' + K'S' + K'e_1 b'}{e_1\,(K - K')}$$

$$Z' = \frac{K'\,(2S'b' + S'e + e_1 b'^2) - KS'e}{e_1\,(K - K')}$$

und die zweite:

$$PC = K\,[ae\,(2f + e) + e_1 f^2] \quad . \quad . \quad (2)$$

Der Flächenraum ae einer Rippe wird dargestellt durch S'.

Man muß dafür sorgen, daß die f immer an der Seite der Rippe gerechnet werden, die der Ausdehnung ausgesetzt ist.

Querschnitt mit nicht symmetrischem doppelten T.

Wir bestimmen nun noch die Lage der neutralen Achse HG in Fig. 7, indem wir die Gleichgewichtsgleichung, im Umkreise dieser Achse, zwischen den Momenten der Widerstände gegen die Ausdehnung und den Momenten der Widerstände gegen den Druck herstellen. Der Körper wird hier als an seinen Enden unterstützt betrachtet; es ist also die obere Rippe, welche gedrückt wird.

$$K'\left[ae'\left(b' - f + \frac{e'}{2}\right) + e_1\,(b' - f)\left(\frac{b' - f}{2}\right)\right] =$$

$$= K\left[ae''\left(f + \frac{e''}{2}\right) + fe_1 \times \frac{f}{2}\right]$$

$$f^2 + Zf - Z' = 0$$

$$f = \frac{Z}{2} \pm \sqrt{Z' + \frac{Z^2}{4}} \quad . \quad . \quad (1)$$

woraus man gemacht hat:

$$Z = 2\,\frac{Kae'' + K'ae' + K'e_1 b'}{e_1\,(K - K')}$$

$$Z' = \frac{K'\,(2ae'b' + ae'^2 + e_1 b'^2) - Kae''^2}{e_1\,(K - K')}$$

und die Gleichgewichtsgleichung:

$$PC = K\,(2ae''f + ae''^2 + e_1 f^2)$$

oder aber:

$$PC = K\,[ae''\,(2f + e'') + e_1 f^2] \quad . \quad . \quad (2)$$

Schlußfolgerung. — Um eine Vergleichung zwischen den Graden der Widerstandsfähigkeit der von uns betrachteten verschiedenen Profile anzustellen, denken wir uns einen Träger von gestrecktem Eisen, der an seinen Enden so unterstützt ist, daß die Tragweite $4^m0$ beträgt:

$$C = 4^m0$$

und daß sein Querschnitt sei:

$$S = 0^{\square}00524.$$

Wir wählen diesen Werth von S, weil er auf einen Träger anwendbar ist, mit dem wir uns im folgenden Kapitel beschäftigen werden. Der Balken wird als mit einem Gewicht p pro Längeneinheit belastet angenommen.

Längliches Viereck (Fig. 5). — Es sei

$$a = 0{,}0262, \quad h = 0{,}20. \quad S = 0^{\square}00524.$$

Wenn man macht: $K = 40{,}000{,}000^k$ und $K' = 25{,}000{,}000^k$ bei Schmiedeisen besserer Qualität, so hat man:

$$f = 0{,}433\,h \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Nach dem, was wir im folgenden Kapitel wahrnehmen werden, muß das PC der zweiten Formel in dem Falle, wo die Piece gleichmäßig belastet ist, durch $\frac{1}{8}\,pC^2$ dargestellt werden. Wir erhalten also:

$$\frac{1}{8}\,pC^2 = Kaf^2 = 40{,}000{,}000^k \times \overline{0{,}433}^2\,ah^2.$$

Wir ersetzen C, a und h durch ihren Werth:

$$pC = 15720^k.$$

Es ist aber zu bemerken, daß die Balken von so dünnem länglich viereckigem Querschnitt sich drehen und lange vor dieser Belastung brechen würden; eine Wirkung, die um so schneller eintritt als die transversale Widerstandsfähigkeit geringer ist.

Einfaches T (Fig. 1). — Es sei

$$a = 0{,}10, \qquad a' = 0{,}01, \qquad C = 4^m0$$

$$b' = 0{,}164 \qquad b = 0{,}036, \qquad b + b' = 0{,}20.$$

Wir nehmen zuvörderst das umgekehrte T an, so daß die Rippe der Ausdehnung ausgesetzt ist.

Digitized by Google

Die neutrale Achse befindet sich hier außerhalb der Rippe, denn wir haben:

$$K a b^2 < K' a' b'^2.$$

In den Formeln ersetzend, erhalten wir:

$$f = 0{,}04$$
$$p C = 12680^k.$$

Nehmen wir jetzt an, daß die Rippe oben sei, d. h. daß sie dem Druck ausgesetzt ist. In diesem Falle muß man in den beiden Gleichungen (1) und (2) K in K' und umgekehrt verwandeln. Man leitet daraus ab:

$$f = 0{,}06,$$

d. h. die neutrale Achse ist 0,06 von der Linie m n (Fig. 1) entfernt

$$p C = 15408^k.$$

Wenn man die Formeln von Morin anwendet, so gelangt man zu dem Schluß, daß bei beiden Lagen der Rippe eine gleiche Widerstandsfähigkeit stattfindet, was aber unseren Versuchsresultaten *) gänzlich widerspricht. Uebrigens ist dieser Schluß die Folge des Princips, wonach die neutrale Achse mit der Trägheitsachse unveränderlich coincidirt.

Die Dimensionen, welche wir für den Querschnitt eines einfachen ⊤ angenommen, sind nicht diejenigen, welche dem Maximum der Widerstandsfähigkeit dieses Querschnittes bei einem gegebenen Gewichte correspondiren. Daher werden die Widerstände, wenn man für a, a', b und b' Längen annimmt, welche denen des ursprünglichen Trägers von Boulton und Watt proportional sind, bedeutender und nähern sich stark dem in Rede stehenden Maximum.

Es sei demnach:

$$a = 0{,}061, \quad a' = 0{,}0185,$$
$$b = 0{,}0185, \quad b' = 0{,}2215, \quad b + b' = 0{,}24.$$

Wenn die Rippe umgekehrt, d. h. wenn sie der Ausdehnung ausgesetzt ist, ist $f = 0{,}088$ und der Widerstand gegen den Bruch, p C, ist $21{,}672^k$ für $4^m0$ Tragweite. Diese Größe übersteigt $25{,}000^k$, wenn das ⊤ gerade, d. h. in solchen Verhältnissen ist, daß seine Rippe der Zerdrückung widersteht.

Die schwache Seite dieses Profils beruht noch in der Biegungs- und Dehnungsfestigkeit.

Doppeltes ⊤. — Nach dem Vorhergehenden wäre schon leicht der Schluß zu ziehen, daß die Profile mit doppeltem ⊤ und gleichen Rippen nicht in der Art combinirt sind, daß man bei einem gegebenen Gewicht ein Maximum von Widerstandsfähigkeit erhält, was im folgenden Abschnitt vollständig bewiesen werden wird.

Untersuchen wir demnach ein Profil von doppeltem nicht symmetrischen ⊤, dessen dem Zerdrücken ausgesetzte Rippe (hier obere) größer ist als die, welche der Ausdehnung entgegen zu arbeiten hat; die Querschnittsfläche sei:

$$S = 0^{\square}00524.$$

Es sei also (Fig. 7):

$$a = 0{,}010, \quad a' = 0{,}045, \quad e_1 = 0{,}01,$$
$$e' = 0{,}022, \quad e'' = 0{,}014, \quad b = 0{,}20.$$

Das Gewicht pro lauf. Meter ist $40^k0$.

Wir finden:

$$f = 0{,}0787,$$

d. h. die Achse liegt 0,0917 von der untern Linie m n entfernt.

$$p C = 23800^k0.$$

Diese Art von Profil besitzt eine größere transversale Widerstandsfähigkeit; auch eignet es sich sehr gut zu verschiedenen Arten der Verbindung mit andern Brückenbestandtheilen, als zu Querriegeln, Geländern, Klappen von Wippbrücken u. s. w. Da es außerdem eine höhere Widerstandsfähigkeit gegen den Bruch durch Biegung besitzt, so ist es für Militairbrücken sehr vortheilhaft. Man muß nur unter den doppelten ⊤Balken des in den Handel kommenden Eisens diejenigen auswählen, die die größte Widerstandsfähigkeit bei ein und demselben Gewicht pro laufenden Meter haben.

## IV. Träger im Handel von gestrecktem Eisen.

Die Constructionseisen, welche im Handel ⊤Eisen genannt werden, haben bekanntlich das Ansehen einer gewöhnlichen Eisenbahnschiene mit doppeltem Kopf, die nach der Höhe stark gestreckt ist und deren mittlerer Theil eine geringe Stärke hat, so daß sie im Querschnitt die Form eines I annimmt. Diese Schienen werden in Walzwerken mit Kalibern gestreckt, von denen jedes die hohle Form des Querprofils der Schiene hat. Entfernt man die Cylinder mehr oder minder voneinander, so wird die Dicke $e_1$ (Fig. 6) der Stehrippe stärker oder geringer, während die ganze Höhe b des Trägers, der Vorsprung a' und die Stärke $\frac{b - b'}{2}$ der Rippen constant bleiben.

Um die Zahl der Walzwerke nicht zu sehr zu vervielfältigen, hat man eine Reihe von Modellen angenommen, welche verschiedene Höhen und Rippen haben; jedes Mo-

*) Theoretische und praktische Abhandlung S. 233 u. 234.



Digitized by Google

dell hat ein beſonderes Walzwerk, ſo daß man durch ſtärkeres oder geringeres Zuſammenrücken der Cylinder verſchiedene Kathegorien von Trägern erzeugen kann, die wohl die gleiche Höhe und Rippe haben, deren Stehrippe aber je nach der davon zu erwartenden Widerſtandsfähigkeit verſchieden iſt.

Vor dem Jahre 1859 fabricirte die anonyme Geſellſchaft der Hütten de la Providence in ihren belgiſchen Werken zu Marchiennes-au-Pont ſieben Modelle ſchmiedeiſerner Träger, die im Handel nach ihren reſp. Höhen benannt wurden:

0,12 — 0,16 — 0,18 — 0,22 — 2,60

0,16 L. B. (breite Rippen) — 0,18 L. B.

Mit Ausnahme des 2,60 Trägers, welcher eine dreifache Rippe hat, haben dieſe Träger einen doppelt ⊤förmigen Querſchnitt und gleiche Rippen. Es iſt indeſſen dieſer Querſchnitt ſowohl in theoretiſcher wie in praktiſcher Beziehung nicht zweckmäßig, und er iſt die Folge der irrthümlichen Theorien Tredgold's und Morin's.

Erſt von 1858 bis 1859 begannen die obigen Hütten Träger mit ungleichen Rippen in den Handel zu liefern. Das Verhältniß zwiſchen den Flächen dieſer Rippen iſt noch nicht gehörig feſtgeſtellt; der Träger N. 20 B I allein nähert ſich dem Maximalwiderſtande; die Flächen der Rippen von demſelben ſtehen im umgekehrten Verhältniß der rückwirkenden und abſoluten Feſtigkeit. Dieſe Annäherung iſt ſchon ein glückliches Reſultat; wir haben aber geſehen, daß das aufzulöſende Problem nicht auf einem Verhältniß der Flächen, ſondern auf einer Frage rückſichtlich der Momente um die neutrale Achſe beruht.

Die Schwierigkeit des Auswalzens wegen des Gewichts iſt inſofern ein Hinderniß, daß man bei Trägern aus einem einzigen Stück gewiſſe Grenzen in der Länge und im Querſchnitt überſchreitet. In den Hütten von Providence nimmt man als höchſtes Gewicht der in den Handel kommenden Träger 300ᵏ an.

Um ihre relative Feſtigkeit zu vermehren, gibt man den Trägern eine geringe Krümmung, welche veränderlich iſt, im Allgemeinen aber 5 Millimeter pro laufenden Meter beträgt.

Den Querſchnitt des größten Widerſtandes bei doppelten ⊤Schienen von Gußeiſen verdankt man Hodgkinſon. Die entſcheidenden Verſuche, welche dieſer ausgezeichnete Ingenieur ſeit 1827 mit eiſernen Trägern vorgenommen, geſtatten eine genaue Berechnung des analogen Querſchnittes für das Schmiedeiſen und ſind in ſeinem Werke: Experimentale Unterſuchungen über das Gußeiſen entwickelt worden; es ſtimmen die aus dieſen Unterſuchungen abgeleiteten Schlüſſe gänzlich mit den Principien der neuen Theorie überein, die wir in unſerer theoretiſchen und praktiſchen Abhandlung, deren Publication in dieſelbe Epoche fällt, aufgeſtellt haben. Auf der andern Seite ſind ſie das formellſte Verdammungsurtheil der Theorien Tredgold's und Morin's, welche die neutrale Achſe mit der Trägheitsachſe vermiſchen und folglich gezwungen ſind, bei allen Körpern zwiſchen der Zugfeſtigkeit K und der Druckfeſtigkeit K' eine Gleichheit anzunehmen.

Die vorſtehenden Betrachtungen werden hinreichend ſein, um die Anwendung der Formeln unſerer Theorie zu rechtfertigen; gleichwohl glauben wir eine unverwerfliche Probe der Genauigkeit und des Vorzuges dieſer Formeln hinzufügen zu müſſen, die auf den folgenden Thatſachen beruht.

Seit mehreren Jahren verſendet die Direction der Hütten de la Providence als Circulare an ihre Kunden Notizen über die Träger von gewalztem Eiſen, worin deren Vortheile beim Bauweſen und die verſchiedenen Verwendungen angedeutet werden, für die ſie ſich eignen. Dieſe Notizen ſind von Tabellen begleitet, welche die Widerſtandsfähigkeiten der verſchiedenen Nummern für verſchiedene Tragweiten betreffen, und welche in dem Etabliſſement als durch die Erfahrung beſtätigt betrachtet werden. Ohne die in dieſen Tabellen von der Direction garantirten Reſultate verdächtigen zu wollen, müſſen wir doch bemerken, daß darin gewiſſe Unregelmäßigkeiten beſtehen, welche uns auf die Vermuthung führen, daß dieſe Angaben ſehr hohe Grenzen ſind. Bleibt man aber bei Bauten innerhalb derſelben, ſo können die in Rede ſtehenden Tabellen immerhin zur Anleitung dienen *); auch werden wir weiterhin beweiſen, daß von allen bis jetzt angewendeten Formeln diejenigen, welche ſich am meiſten den in den Tabellen von Providence angegebenen Erfahrungsreſultaten nähern, gerade die Formeln ſind, welche aus unſerer Theorie hervorgehen, und zu demſelben Schluß gelangt man hinſichtlich deſſen, was ſich auf die Krümmungspfeile bezieht.

Wir haben dieſe Betrachtungen vorausſenden müſſen, um auf eine genaue Weiſe die Motive darlegen zu können, die uns bei der Wahl der Träger und der übrigen im Handel vorkommenden Eiſen, deren Anwendung für Militairbrücken wir empfehlen, zur Richtſchnur dienten.

*) Vergl. Allgemeine Bauzeitung Jahrgang 1854 Seite 184.

Digitized by Google

Zuvörderst suchen wir unter den doppelten ⊤Eisen der Providence dasjenige aus, welches den Querschnitt der größten Widerstandsfähigkeit gegen den Bruch durch Biegung hat. Wir wählen zu diesem Behuf zwei Schienen, welche pro lauf. Meter $40^k0$ wiegen, die eine $0^m22$ mit gleichen Rippen, die andere von Nr. 20 B L, d. h. von 0,20 Höhe und ungleichen Rippen, und wir nehmen an, daß sie an ihren Enden unterstützt sind; es ist also der obere Theil, der dem Druck ausgesetzt ist.

Es ist vorerst zu bemerken, daß die Widerstände K und K′ bei Schmiedeisen guter Qualität sind:

$K = 40{,}000{,}000^k$ pro Quadratmeter
$K' = 25{,}000{,}000$ „ „

Was die Belastungen betrifft, womit man es in voller Sicherheit beschweren kann, so nehmen wir an:

$K_1 = 8{,}000{,}000$ bis $10{,}000{,}000$
$K_1' = 5{,}000{,}000$ bis $6{,}000{,}000$.

Wir werden sehen, daß sich bei diesen Werthen von $K_1$ und $K_1'$ die Resultate der Formeln der neuen Theorie um so mehr den in den Tabellen angegebenen Erfahrungsangaben nähern als die Tragweiten der Träger größer werden.

1. Träger Nr. 20 B I von $40^k0$ (Fig. 7).

Wir bestimmen die Lage der neutralen Achse mittels der Gleichung von f:

$$f^2 + Zf - Z' = 0. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

$$f = -\frac{Z}{2} \pm \sqrt{Z' + \frac{Z^2}{4}}$$

wo man gemacht hat:

$$Z = 2\,\frac{K a e'' + K' a e' + K' e_1 b'}{e_1 (K - K')}$$

$$Z' = \frac{K' (2 a e' b' + a e'^2 + e_1 b'^2) - K a e''^2}{e_1 (K - K')}.$$

Ersetzt man K durch $40{,}000{,}000^k$ und K′ durch $25{,}000{,}000^k$, so findet man:

$$f = 0{,}0787.$$

Man könnte auch $K = K_1 = 10{,}000{,}000^k$ und $K' = K_1' = 6{,}000{,}000^k$ machen.

Die neutrale Achse liegt daher der untern Linie A B näher als C D, d. h. der unter der neutralen Achse sich befindende Theil der Fläche müßte noch verstärkt werden, um den Querschnitt der größten Widerstandsfähigkeit zu erhalten. Wir werden indessen beweisen, daß diese Bedingung für die doppelten ⊤Eisen von $40^k$ pro lauf. Meter nicht allein zu erfüllen ist.

Da wir

$$f = 0^m0787$$

für den im Handel vorkommenden Träger Nr. 20 B I von $40^k$ gefunden, so bleibt nur noch die Bestimmung der Gleichgewichtsgleichung übrig.

Es sei eine Schiene A B (Fig. 8), von der Länge C, gleichmäßig schwer und an ihren Enden belastet. Die Wirkung ihres Gewichtes p C in Betreff auf den Bruch kann ersetzt werden durch die einer Belastung ½ p C, die in die Mitte M gelegt wird.

Die Gleichgewichtsgleichung für eine Schiene von doppelter ⊤Form, wie der betrachtete Träger, ist also hier die einer Schiene A M (den Punkt M als fest betrachtet) unter der Wirkung des Gewichtes der Schiene und der beiden gleichen Kräfte $\frac{pC}{4}$, die bei A und B wirken und die Stützpunkte ersetzen.

Danach erhalten wir:

$$\frac{pC}{4} \times \frac{C}{2} = 2K\left[a e''\left(f + \frac{e''}{2}\right) + f e_1 \times \frac{f}{2}\right]$$

$$\tfrac{1}{8}\, p C^2 = K\,(2 a e'' f + a e''^2 + e_1 f^2) \quad . \quad . \quad (2)$$

Setzen wir $K = K_1 = 10{,}000{,}000$, d. h. die permanente Grenzbelastung, so erhalten wir:

$$p C^2 = 23800^k$$

oder

$$C = 4^m$$

$$p C = 5950^k.$$

Wenn man daraus ableitet: $4 \times 40^k = 160^k$, Gewicht des Balkens, so erhält man als permanente Belastung, die er mit Sicherheit bei $4^m0$ Spannweite tragen kann, ein gleichförmig vertheiltes Gewicht von beiläufig $5800^k$.

Diese letzte Belastung würde sich wegen des Gewichts des Balkens auf $3800^k$ für eine Tragweite von $6^m0$ und auf $2800^k$ bei $8^m0$, der höchsten Tragweite, reduciren.

Wenn man diese Größen mittels der Formel von Morin

$$\frac{R I}{v'} = P C$$

suchte, welche hier wird:

$$\frac{R I}{v'} = \tfrac{1}{8}\, p C^2$$

und man nimmt an, daß A B = 2 C und daß das gleichförmig vertheilte Gewicht 2 p C sei, so erhält man (Fig. 9):

$$1 = \tfrac{1}{8}\,[a x^2 = (a - a_1)\,(x - b_1)^2 + a_1'\,(b - x)^2 - (a_1' - a_1)\,(b - x - b_1')^2]$$

$$x = \frac{(a - a_1)\,b_1^2 + a_1 b^2 + 2\,(a_1' - a_1)\left(b - \frac{b_1'}{2}\right) b_1'}{2\,[(a - a_1)\,b_1 + a_1 b + (a_1' - a_1)\,b_1']}$$

und

$$v' = b - x.$$



Digitized by Google

Diese Werthe sind complicirter als die der neuen Theorie.

Der größern Leichtigkeit wegen nehmen wir an, daß beide Rippen eine Stärke von 0,022 haben, und wir ermitteln in diesem Falle die Resultate der Morin'schen Formeln; wir nehmen folglich ein Supplement der Kraft an, das der Träger Nr. 20 B I in der Wirklichkeit nicht besitzt. Die Formel wird alsdann:

$$I = \tfrac{1}{12}\, e_1 b^3 + \tfrac{1}{6}\, a' (b^3 - b'^3)$$

$$I = \tfrac{1}{12}\, (a b^3 - 2 a' b'^3)$$

$$I = \tfrac{1}{12}\, (0{,}10 \times \overline{0{,}20}^3 - 2 \times 0{,}045 \times \overline{0{,}156}^3)$$

$$I = 0{,}0000382$$

$$v' = \frac{b}{2} = 0{,}10$$

$$R' = 6{,}000{,}000.$$

Dieser Werth von R' oder der permanenten Grenzbelastung ist von Morin angenommen worden. Wir erhalten daher:

$$\frac{R' I}{v'} = 6{,}000{,}000 \times \frac{0{,}0000382}{0{,}10} = \tfrac{1}{2}\, p C^2$$

$$2 p C = \frac{4}{C} \times 2292 \times \frac{9168}{C}$$

oder

$$2 C = 4^m 00$$

$$2 p C = \frac{9168}{2{,}00} = 4584^k.$$

Ziehen wir $160^k$ ab, so erhalten wir

$$2 p C = 4424^k$$

als die gleichförmig vertheilte Last, welche der Balken mit aller Sicherheit tragen kann.

Diese Last würde sich für $2 C = 6^m 0$ auf $2816^k 0$ reduciren.

Dieses Resultat ist, wie man sieht, geringer als das, welches durch die Formeln der neuen Theorie erhalten wird; gleichwohl aber haben wir einen noch stärkern Querschnitt als den des vorliegenden Trägers Nr. 20 B I angenommen.

Die im Jahre 1859 von der Direction der Providence veröffentlichten Notizen geben in der Tabelle die mit den Balken Nr. 20 B I erhaltenen Resultate nicht an, da diese doppelten T Eisen erst später in der belgischen Hütte Marchiennes-au-Pont angefertigt wurden und zwar ohne Zweifel in Folge der Veröffentlichung der Uebersetzungen von Fairbairn und unserer über diesen Gegenstand erschienenen Schriften. Die Tabelle gibt aber die Resultate von Versuchen an, welche wie es scheint in der in Rede stehenden Hütte mit den Balken Nr. 18 B L von $36^k 0$ pro lauf. Meter und mit gleichen Rippen, also mit schwächern Balken mit ungleichen Rippen als die von uns geprüften Nr. 20 B I von $40^k 0$ gemacht wurden.

Wir fanden bei denselben:

| | | |
|---|---|---|
| für die Tragweite von | $3^m 0$ . . . | $2 p C = 9893$ |
| detto | $4^m 0$ . . . | „ $= 7420$ |
| detto | $6^m 0$ . . . | „ $= 4497$ |
| detto | $8^m 0$ . . . | „ $= 3035$ |

Die Tabelle von 1859 theilt Resultate für Tragweiten von $10^m 0$ selbst in dem Falle der stärksten Balken mit. Wenn man sich erinnert, daß die gewöhnliche Grenze $300^k$ ist, so kann es wohl befremden, in der Tabelle die Widerstandsfähigkeit eines Balkens Nr. 26 von $60^k 0$ mit dreifachen Rippen für eine Tragweite von $10^m 0$ zu finden, was einem Minimum an Gewicht von $600^k 0$ correspondirt.

2. Balken von Nr. 22 mit $40^k 0$ (Fig. 6).

Wir benutzen zuvörderst die Formel von Morin:

$$\tfrac{1}{2}\, p C^2 = \tfrac{1}{2}\, R' \left( \frac{a b^3 - 2 a' b'^3}{b} \right).$$

Wenn man a, b, b' durch ihren Werth ersetzt und man nimmt $R' = 6{,}000{,}000$ an, so erhält man:

$$\tfrac{1}{2}\, p C^2 = 1{,}000{,}000 . \frac{0{,}072 \times \overline{0{,}22}^3 = 2 \times 0{,}028 \times \overline{0{,}19}^3}{0{,}22}$$

$$2 p C = \frac{4}{C} \times 1463^k 0 = \frac{5852}{C}.$$

Es sei

$$2 C = 4^m 0$$

$$2 p C = \frac{5852}{2{,}00} = 2926^k 0.$$

Die Grenzbelastung, welche der Balken tragen kann, wäre demnach $2766^k 0$ gleichmäßig vertheilt.

Es sei

$$2 C = 6^m 0$$

$$2 p C = 1951.$$

Die Grenzbelastung wird $1711^k 0$.

Wenn man setzt $R' = 8{,}000{,}000$, so gelangt man für $4^m 0$ Tragweite zu einer Grenzbelastung von $3900^k 0$.

Suchen wir nun die ähnlichen Resultate der Formeln der neuen Theorie. Um die Lage der neutralen Achse zu bestimmen, haben wir zuvörderst:

$$f = -\frac{Z}{2} \pm \sqrt{Z' + \frac{Z^2}{4}},$$

woraus:

$$Z = 2\, \frac{K_1 + S' + K_1' S' + K_1' e_1 b'}{e_1 (K_1 - K_1')}$$

$$Z' = \frac{K_1' (2 S' b' + S' e + e_1 b'^2)}{e_1 (K_1 - K')}$$

$S'$ = Fläche D C m n = a e (Fig. 6)

$$f = H m.$$

Digitized by Google

# Theoretische und experimentale Abhandlung über eiserne Brücken.

Fig. 1.

Fig. 2.

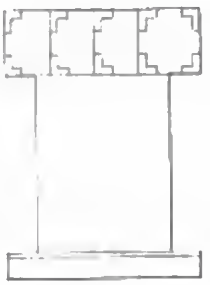


Fig. 3.

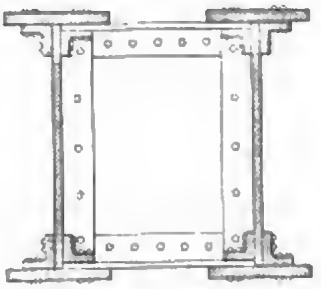


Fig. 8.

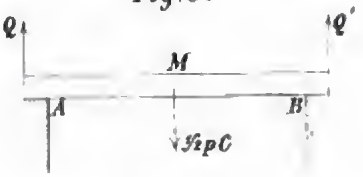


Fig. 9.

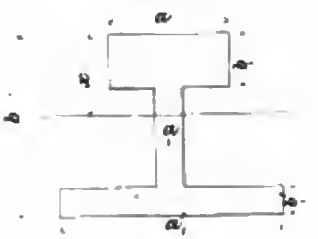


Fig. 4.

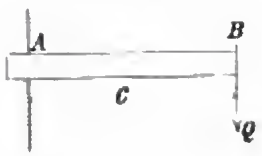


Fig. 5.

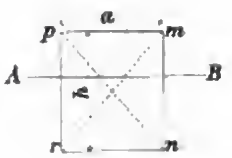


Fig. 10.

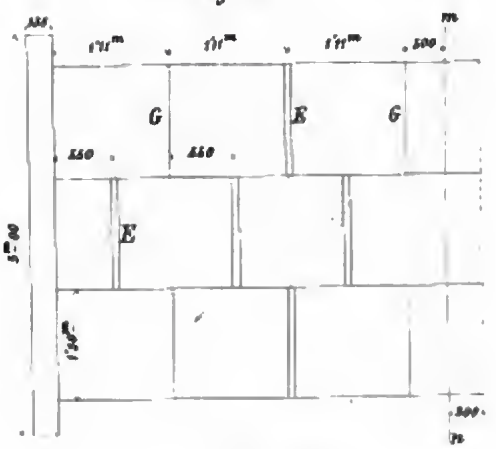


Fig. 6.

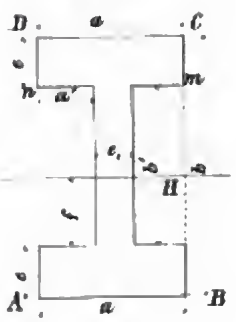


Fig. 7.

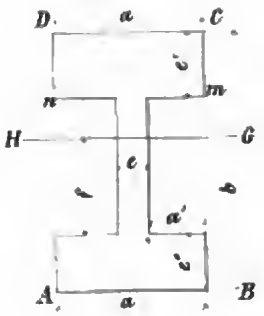


Fig. 12.

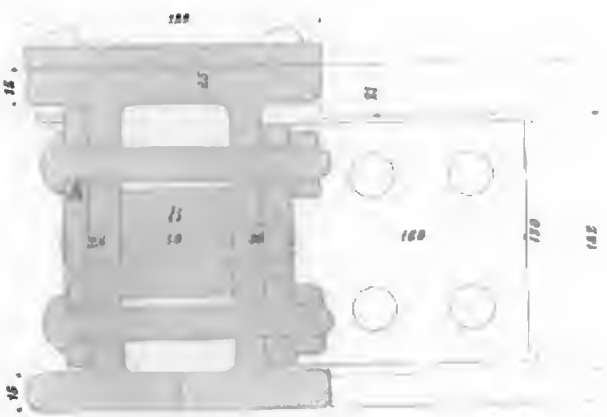
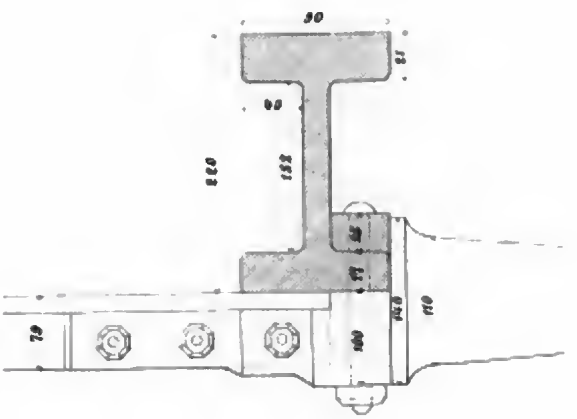


Fig. 11.





Digitized by Google

Und die Gleichgewichtsgleichung iſt:

$$\tfrac{1}{6}\,p\,C^3 = K_1\,[a\,e\,(2\,f + e) + e_1\,f^2].$$

Wenn man $K_1$ durch 10,000,000 und $K_1'$ durch 6,000,000 erſetzt, ſo erhält man:

$$f = 0{,}08.$$

Die Gleichgewichtsgleichung wird:

$$\tfrac{1}{6}\,p\,C^3 = 10{,}000{,}000\ (0{,}072 \times 0{,}015 \times 0{,}175 + + 0{,}016 \times 0{,}0064),$$

woraus:

$$p\,C = \frac{23312}{C}.$$

Es ſei $C = 4^m0$

$$p\,C = 5838^k$$

und die Grenzbelaſtung erhebt ſich beiläufig auf $5680^k0$.

Mit $C = 6^m00$

$$p\,C = 3885^k$$

Grenzbelaſtung $= 3645^k$.

$$C = 8^m0$$

$$p\,C = 2914^k$$

Grenzbelaſtung $= 2594^k$.

Hier haben wir alſo zum drittenmale die Reſultate, die in der Tabelle der letzten Notiz angeführt werden, welche in Belgien durch die Direction der Providence veröffentlicht wurde, für den Balken Nr. 22 von $40^k0$.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tragweite | $3^m0$ | Grenzbelaſtung | $= 9930$ |
| „ | $6^m0$ | „ | $= 4965$ |
| „ | $8^m0$ | „ | $= 3046$ |

Nach allen den vorſtehend dargeſtellten Reſultaten kann man folgern, daß die Formeln der neuen Theorie beiläufig, das Mittel der Belaſtungen aller jener, die man durch die Formel von Morin und nach den Angaben der Tabellen der Providence erhalten würde, angeben.

Wir glauben es auf eine gründliche und unbeſtreitbare Weiſe bewieſen zu haben, daß die Principien der neuen Theorie hinſichtlich des Schmiedeiſens auf genauere Reſultate führen als die von Morin, Tredgold u. ſ. w. Außerdem iſt es, während wir den Tabellen der Notizen der Providence nur einen gewiſſen wiſſenſchaftlichen und praktiſchen Werth als Vergleichungsmittel einräumen, nicht minder logiſch, anzunehmen, daß die Formeln der neuen Theorie permanente Belaſtungen geben, welche im Allgemeinen geringer als die Grenzbelaſtungen und von der Art ſind, daß ſie der vorſichtigſte Conſtructeur ohne Beſorgniß acceptiren kann.

Es bleibt uns nun noch ein Hauptgegenſtand zu erörtern übrig; er betrifft die Höhe oder den Pfeil der Krümmung.

Pfeil der Krümmung. — Wenn man den Fall der elaſtiſchen Curve, d. h. ſo geringer Biegungen annimmt, daß ſich die Elaſticität der Körper nicht verändert, ſo gelangt man in Folge der von Poncelet angeſtellten Betrachtungen zu einem Werth des Krümmungspfeils F, welcher dargeſtellt wird durch:

$$F = \tfrac{1}{3} \cdot \frac{P\,C^3}{E\,I}.$$

Es iſt unangenehm, daß auch hier die neutrale Achſe als der Trägheitsachſe correſpondirend betrachtet wird.

Dieſe Formel iſt auf den Krümmungspfeil eines Körpers anwendbar, der an einer Seite auf einer Länge C eingemauert und an dem andern Ende von einer Kraft P angegriffen wird, die ſenkrecht auf die Länge des Balkens oder Stabes gerichtet iſt.

I ſtellt das Trägheitsmoment dar; E iſt der Elaſticitätscoefficient der Maſſe, woraus der Körper beſteht. Dieſe Formel iſt trotz des fehlerhaften Princips, das darin ſtillſchweigend enthalten iſt, ziemlich genau.

Es wäre übrigens leicht, ſie mittels eines durch Verſuche ermittelten Coefficienten zu verbeſſern, wenn man ſie in folgende Form bringt:

$$F = \frac{1}{3\,n\,E} \cdot \frac{P\,C^3}{I}$$

und indem man die in Gebrauch zu nehmenden Körper probirt; man könnte auf dieſe Weiſe Tabellen aufſtellen, welche die verſchiedenen Werthe von n für Pagament, Gußeiſen, gewalztes oder geſchmiedetes Eiſen, welche in den verſchiedenen Hüttenwerken Belgiens erzeugt werden, enthalten.

Dieſe Arbeit haben wir in den Jahren 1852 bis 1859 mit gewalzten Eiſen der Hütte de la Providence zu Marchiennes-au-Pont ausgeführt. Nach einer großen Anzahl von Verſuchen *) beſtimmten wir den Werth des Productes n E in der Art, daß man in jedem Falle durch die Formel denſelben Krümmungspfeil erhält als bei dem correſpondirenden Verſuch. Bei Pagamentmetallen, welche ſeit etwa 14 Jahren verwendet werden, muß der Werth von n E ſein:

$$n\,E = 18{,}000{,}000{,}000^k0$$

oder aber annäherungsweiſe der von Hodgkinſon gefundene Werth für den Elaſticitätscoefficienten des Schmiedeiſens, indem man ihn aus deſſen abſoluter Feſtigkeit ableitet.

Es iſt ohne weiteres begreiflich, daß man trotz einer außerordentlichen Widerſtandsfähigkeit die eiſernen Balken für Brücken in allen Fällen ausſchließen müßte, wo ihre

*) Vergl. Allgem. Bauzeitung Jahrgang 1859 S. 269.

Digitized by Google

elastischen Verlängerungen oder Verkürzungen unter einer Last P eine gewisse Bedeutung erlangten. Was die permanenten Verlängerungen oder Verkürzungen betrifft, so ist es offenbar, daß sie niemals vorkommen sollten.

Da das Verhältniß $\frac{P}{i}$ oder E für ein und denselben Körper constant ist, so muß man für eiserne Brücken nur Eisen von solcher Qualität verwenden, daß das Modul oder der Coefficient der Elasticität E möglichst groß oder wenigstens größer als eine gewisse geringste Grenze sei.

Wir berühren nun mit wenigen Worten die Theorie der Krümmungspfeile.

Es sei (Fig. 8) AB eine Schiene ohne Schwere, die in A und B befestigt ist; AB sei = 2C. Nehmen wir an, daß sie in der Mitte M mit einem Gewicht 2P belastet ist, so wird sie unter dem Druck der aufgelegten Belastung eine gewisse Krümmung annehmen. Ist sie in den Zustand des Gleichgewichts zurückgekehrt, wenn man die Stützpunkte A und B durch zwei Kräfte Q und Q' ersetzt, welche sich gleich und den Drücken P auf diese Stützpunkte entgegengesetzt sind, so führt man diesen Fall auf den einer Schiene AM zurück, die als in M befestigt und bei A von einem Gewicht P angegriffen betrachtet wird. Den Krümmungspfeil bei M erhält man demnach durch die Formel:

$$F = \tfrac{1}{8} \cdot \frac{PC^3}{EI}.$$

Wenn das Gewicht 2P, anstatt in der Mitte M befestigt zu sein, über der Schiene AB gleichmäßig vertheilt wäre, d. h. dargestellt durch $p \times 2C = 2pC = 2P$, worin p das Gewicht pro Längeneinheit, so würde der neue Pfeil F', den man erhielte, derselbe sein als der, der durch eine Last $\frac{5}{8}2pC$ in der Mitte M der ohne Schwere gedachten AB entstehen würde. Und die Formel würde sein:

$$F' = \tfrac{1}{8} \cdot \frac{\frac{5}{8}pC \times C^3}{EI}.$$

Wenn man die beiden vorstehenden Hypothesen vereinigt hätte, so würde die Formel sein:

$$F'' = \tfrac{1}{8} \cdot \frac{(P \times \frac{5}{8}pC)}{EI} \cdot C^3.$$

Dies ist der gewöhnlichste Fall.

Es ist wohl zu bemerken, daß in der zweiten Formel der Druck von A und B immer gleich bleibt der Hälfte des Gewichts $2pC = 2P$, ganz wie im ersten Falle. Dies hindert aber nicht, daß F' von F verschieden ist.

Diese Differenz liefert den sichern Beweis, daß die Methode, welche den Punkt M unterstützt und die Pressungen bei A und B durch Kräfte ersetzt denkt, nicht so gründlich ist als man annehmen könnte. Auch sind die Autoren über die Frage des Krümmungspfeiles nicht einig. Wenn nach Barlow, Eytelwein u. s. w. F' der Pfeil ist, sobald das Gewicht 2pC gleichmäßig vertheilt wird (Fig. 8), so erhält man ebenfalls F', wenn AB ohne Gewicht, jedoch durch eine Kraft $\frac{1}{8} \cdot 2pC$ oder pC in der Mitte angegriffen wird. Nach Morin aber muß man, um F' in dem zweiten Falle zu erhalten, diese bei M angewendete Kraft auf $\frac{5}{8} \cdot 2pC$ oder $\frac{5}{4}pC$ setzen. Wenn man nach den erstern F' mit 2pC, gleichmäßig vertheilt, erhält, so wird man haben $\frac{5}{8}pC$ mit 2pC, auf die Mitte wirkend. Kehrt man zu der vorstehenden Vergleichung zurück, so kommt dies darauf hinaus, in Uebereinstimmung mit den Ideen Barlow's ꝛc. den Schluß zu ziehen: das Gewicht pC in der Mitte zu verdoppeln, folglich den Pfeil F' um $\frac{3}{8}F'$ zu vermehren.

Dies stimmt noch nicht mit der Theorie Morin's überein, denn nach diesem gebraucht man, um eine Vergrößerung von $\frac{3}{8}F'$ zu erhalten, eines Zuschusses an Kraft, die nicht pC, sondern $\frac{3}{8}2pC$, d. h. $\frac{3}{4}pC$ gleich ist.

Dieselben Differenzen bestehen bei einem Körper von der Länge C, der an einem Ende eingemauert und am andern Ende mit einem Gewicht P belastet ist.

Nach Barlow, Eytelwein u. s. w. erhält man, wenn F' der von einem gleichmäßig vertheilten Gewicht PC verursachte Pfeil ist, $\frac{3}{8}F'$ mit demselben Gewicht pC, das an dem Ende B des ohne Gewicht gedachten Körpers (Fig. 4) angebracht ist.

Nach Morin erhält man den Pfeil F' ebenfalls: 1. durch ein Gewicht pC, das gleichmäßig vertheilt ist; 2. durch eine Last $\frac{3}{8}pC$, die an dem Ende B wirkt.

Also von einer Seite: $\frac{3}{8}pC$ geben F', auf der andern Seite: pC oder $\frac{3}{8}pC$, geben $\frac{3}{8}F'$. Hieraus würde folgen, daß man für eine Vergrößerung von $\frac{1}{8}$ des Gewichts, das auf das Ende gelegt wird, $\frac{1}{8}$ des Pfeiles F' mehr haben müßte. Dies folgt aber nicht aus der Theorie Morin's, denn wenn man in der Formel

$$F = \tfrac{1}{8} \cdot \frac{PC^3}{EI}$$

das Gewicht P um $\frac{1}{8}P$ vermehrt, so erhält man:

$$F^{\text{II}} = \tfrac{10}{24} \cdot \frac{PC^3}{EI} = \text{beiläufig } \tfrac{1}{2} \cdot \frac{PC^3}{EI}$$

anstatt:

$$F^{\text{II}} = \tfrac{1}{3} \cdot \frac{PC^3}{EI} + \tfrac{2}{3}\left(\tfrac{1}{8} \cdot \frac{PC^3}{EI}\right) = \tfrac{5}{12} \cdot \frac{PC^3}{EI}$$

Digitized by Google

Die Theorie Morins iſt demnach nicht übereinſtimmend mit der von Barlow, Eytelwein u. ſ. w. Wir nehmen ſie indeſſen an, ungeachtet des Mangels an hinreichenden Reſultaten von Verſuchen, nach denen man die Geſetze der Veränderung zwiſchen den Pfeilen und den Belaſtungen ermitteln könnte. Es iſt daher eine dringende Nothwendigkeit bei den verſchiedenen Arten von Holz oder Eiſen, die man zur Anwendung bringen will, einen ſolchen Vorgang zu beobachten, wie wir es bei den gewalzten Eiſen der Hütte Marchiennes-au-Pont gethan, d. h. genau den Coefficienten n oder nE durch vielfache und beweiſende Verſuche zu beſtimmen.

Ein einziges Beiſpiel wird genügen, um den zu befolgenden Weg anzudeuten und um noch einen weitern Beweis für die Vorzüge unſerer Formeln gegen die von Morin hinſichtlich der Biegſamkeit der gewalzten Eiſen der Providence, die wir probirt haben, zu liefern.

Der zweite Verſuch, der im Jahrgang 1859 dieſer Zeitſchrift S. 269 angegeben iſt, bezog ſich auf 2 Träger von $0^m22$, wovon der eine $35^k0$, der andere $40^k0$ pro laufenden Meter wog; ſie waren $0^m70$ von Achſe zu Achſe parallel nebeneinander gelegt und die Tragweite betrug $6^m0$. Jeder Träger hatte einen Fabricationspfeil von 0,005 pro Meter.

Die daran gemachten Beobachtungen ſind wie folgt angegeben:

| Belaſtungen der beiden Balken | Nr. 22 mit $35^k$ Pfeil | Nr. 22 mit $40^k$ Pfeil |
|---|---|---|
| $6000^k0$ | $0^m018$ | $0^m016$ |
| $8000^k0$ | $0^m025$ | $0^m021$ |
| $10000^k0$ | $0^m029$ | $0^m026$ |
| $12000^k0$ | $0^m035$ | $0^m034$ |

Bei dieſem Verſuche iſt man innerhalb der Belaſtungsgrenzen geblieben, welche den Biegungen proportional ſind, und als das Gewicht von $12000^k0$ nach einigen Stunden weggenommen wurde, nahmen die Balken ihre urſprüngliche Lage wieder an.

Vergleichen wir z. B. den Pfeil des Balkens mit $40^k0$, welcher der Belaſtung von $12000^k0$, alſo 6000 für jeden, correſpondirt:

$$F = \tfrac{1}{8} C^3 . \frac{P + \tfrac{5}{8} p C}{E I}.$$

Erſetzen wir P, p und C durch ihre Werthe:

$$P = 3000^k0 \times \tfrac{5}{8} = 1875^k0,$$

denn dieſer Fall iſt auf den einer Schiene MA (Fig. 8) anzuwenden, wie wir es angenommen haben.

$$p = 40^k0 \quad C = 3^m0$$

$$pC = 120^k0$$

$$F = \frac{27\,(1875^k + \tfrac{5}{8}.120^k)}{3EI} = \frac{52650}{3EI}.$$

Nun iſt I das Trägheitsmoment, das dem Querſchnitt eines Balkens von $0^m22$ mit $40^k$ correſpondirt und nach Morin dargeſtellt wird durch:

$$I = \tfrac{1}{12}\,(a b^3 - 2 a' b'^3) = 0{,}000028$$

$$F = \frac{52650}{0{,}000084\,E}.$$

Der Werth von F hängt alſo von dem von E ab, wie wir bereits bemerkt haben,

1. Nimmt man für E den Werth

$$E = 11{,}502{,}000{,}000,$$

welchen Morin angenommen und aus den Verſuchen Fairbairn's mit engliſchen doppelten ⊤Eiſen abgeleitet hat, ſo erhält man:

$$F = 0^m058,$$

eine viel ſtärkere Größe als in der Tabelle.

2. Nimmt man für E den Werth an, welcher aus der Zugfeſtigkeit des Schmiedeiſens abgeleitet iſt und nach Hodgkinſon zwiſchen 18 und 20,000,000,000 variirt, ſo gelangt man zu einem Pfeil

$$F = \frac{52650}{0{,}000084 \times 18{,}000{,}000}.$$

$$F = 0^m035$$

Es iſt alſo bewieſen, daß man bei der Ermittlung der Biegungen und wenn es ſich um die gewalzten Eiſen der Providence handelt, in der Formel E den folgenden Werth geben müßte:

$$E = 18{,}000{,}000{,}000.$$

Man muß Sorge tragen, P durch $\tfrac{5}{8} p' C$ zu erſetzen, wenn das Gewicht $2P = 2p'C$ gleichmäßig vertheilt iſt auf die Tragweite 2 C.

## V. Beiſpiele von Militairbrücken aus gewalztem Eiſen.

Die erſte Anwendung der Schienen aus gewalztem Eiſen als Träger für Militairbrücken wurde zu Charleroi in Belgien gemacht. Seit dem Jahre 1852 hat man angefangen, feſte Brücken mit Trägern von $0^m22$ anzulegen, welche den Zweck haben, die Baſtionen 1, 2, 4 und 5 mit ihren Retranchements zu verbinden.

Die Breite der Brücke von Charleroi iſt $3^m75$ und ihre Tragweite $7^m54$. Ihr Gerippe beſteht aus 5 Langſchwellen von geſtrecktem doppelten ⊤Eiſen von $0^m22$ Höhe

Digitized by Google

mit 39 bis 40ᵏ0 Gewicht pro laufenden Meter und mit einen convexen totalen Pfeil von 0ᵐ06, der bei der Erzeugung hervorgebracht wurde. Diese fünf Langschwellen sind zu zwei und zwei über Kreuz durch 28 Strebebänder aus gewalztem Eisen von 0ᵐ95 developpirter Länge und 0ᵐ03 Durchmesser verbunden, die an ihren Enden mit den Seiten der Langschwellen verbolzt sind. Die Brückenbahn ist unmittelbar über dieses Gerippe gelegt und besteht aus eichenen Bohlen von 0ᵐ08 Stärke und jede befestigt auf die mittlere Langschwelle durch einen kleinen in das Holz versenkten Schraubenbolzen von 0ᵐ10 Länge und 0ᵐ01 Durchmesser; auch werden diese Bohlen auf die Stirnlangschwellen noch durch zwei eiserne Bleche von 8ᵐ30 Länge, 0ᵐ05 Breite und 0ᵐ008 Stärke, die an beiden Enden in die Schwellen aus Hauftein eingelassen sind, gehalten. Jeder Streifen ist an den Stirnlangschwellen mit 36 Schraubenbolzen von 0ᵐ12 Länge und 0ᵐ01 Durchmesser befestigt.

Wenn man die außerordentliche gleichmäßig vertheilte Belastung $2p'C$ mit 10000ᵏ0 annimmt, welche diese Brücken können zu tragen bekommen, so muß jede Langschwelle oder jeder Balken einer Last $2pC = \frac{10000^k}{5} =$ 2000ᵏ0 Widerstand leisten können.

Wendet man die bekannten Formeln unserer Theorie

$$f = \frac{Z}{2} \pm \sqrt{Z' + \frac{Z^2}{4}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

und

$$\tfrac{1}{8} p C^2 = K_1 [a e (2f + e) + e_1 f^2]$$

an, so erhalten wir, wenn wir $K_1 = 10{,}000{,}000^k0$ machen:

$$f = 0^m0744$$
$$2pC = 2434^k0$$

eine höhere Größe als die eventuelle Belastung.

Macht man $K_1 = 8{,}000{,}000^k0$ aus dem Grunde, daß diese Verbindung von verschiedenen Pfeilen eine mindere Steifigkeit hat als in dem Falle einfacher Träger, so kommt man immer noch auf:

$$2pC = 1947^k0.$$

Es ist leicht zu begreifen, daß man die Werthe der permanenten Belastungen leicht vermehren kann, indem man entweder die Anzahl der Balken vergrößert oder solche von größerem Gewicht oder endlich von größerm Querschnitt bei einem gegebenen Gewicht, welches das Maximum der Widerstandsfähigkeit darstellt, annimmt.

In der Zeit, in welcher diese Brücken ausgeführt wurden, fertigte die Hütte von Marchiennes-au-Pont nur sieben Arten von doppelt T förmigen Balken mit verschiedenen Querschnitten an, von denen keine einzige richtig combinirt war. So bestanden die Schienen Nr. 20 B I noch gar nicht; da man keinen genauen Begriff von der Lage der neutralen Achse hatte, noch die sehr einfachen Phänomene des Gleichgewichts kannte, welche die Basis in Sachen der Widerstände bilden, so begnügte man sich damit, diese letztern stufenweise zu erhöhen, indem man beziehungsweise das Gewicht pro laufenden Meter erhöhte.

Wie es übrigens schon bemerkt wurde, so ist das Verhältniß der Rippen bei dem neuen Balken Nr. 20 B I noch nicht gehörig combinirt; auch kann die Höhe b vergrößert werden, ohne in Folge der großen Breite a selbst der lateralen Widerstandsfähigkeit nachtheilig zu sein.

Ohne den folgenden Balken, welcher auch 40ᵏ0 pro lauf. Meter wiegt, als einen solchen darstellen zu wollen, welcher alle Bedingungen der höchsten Biegungsfestigkeit in sich vereinigt, werden wir doch unsere Formeln auf ihn anwenden und wir werden dann zu der Ueberzeugung gelangen, daß seine Widerstandsfähigkeit gleich ist ⅞ derjenigen des Balkens Nr. 20 B I.

Wir nehmen an:

$$a = 0{,}09 \quad e_1 = 0{,}01 \quad b = 0{,}22$$
$$e' = 0{,}021 \quad e'' = 0{,}017 \quad b' = 0{,}182$$
$$S = 0^q{,}00524$$
$$C = 4^m00.$$

Wir haben für den Balken Nr. 20 B I gefunden:

$$f = 0^m0787$$
$$pC = 23800^k0 \text{ für den Bruch}$$

oder aber

$$pC = 5950^k0$$

als permanente Belastung.

Für den Balken, welchen wir vorschlagen und welchen wir Nr. 22 B I mit 40ᵏ0 nennen, erhalten wir:

$$f = 0{,}083.$$
$$pC = 27912^k0 \text{ für den Bruch,}$$
$$pC = 7000^k0 \text{ beiläufig, als permanente Last.}$$

Diese Widerstandsfähigkeit ist größer als die des Balkens Nr. 20 B I, und wir wiederholen es, dies hat hauptsächlich darin seinen Grund, daß man bei diesem letztern die Querschnitte der Rippen im umgekehrten Verhältniß der Widerstände K und K' angenommen hat, ohne daran zu denken, daß es sich hier um eine Momentenfrage handelt. In der That, wollen wir die Kraft des angeführten Balkens Nr. 22 B I vermindern? Stellen wir, wie man es in Marchiennes-au-Pont gethan, das Verhältniß

Digitized by Google

der Rippen im umgekehrten Sinne von K und K′ her, d. h. ſetzen wir:

$$e' = 0{,}023 \text{ und } e'' = 0{,}015,$$

wenn die übrigen Dimenſionen nicht variiren, ſo erhalten wir die folgenden Werthe:

$$f = 0{,}0835,$$

$$pC = 25234^k0 \text{ für den Bruch,}$$

$$pC = 6310^k0 \text{ beiläufig, als permanente Belaſtung.}$$

Solche Reſultate ſind beweiſend. Wir wollen wünſchen, daß unſere Arbeit über dieſen Gegenſtand eben ſo nützlich ſein möge als es unſere theoretiſche und praktiſche Abhandlung (Jahrgang 1859 S. 257) war.

Will man indeſſen die Balken der Providence zum Bau von Militairbrücken verwenden, ſo iſt es wünſchenswerth folgende Bedingungen dabei im Auge zu behalten:

1. Es müſſen eigene Walzwerke hergeſtellt werden, die ſich zur Anfertigung der Balken Nr. 22 B I eignen und die angeführten Dimenſionen haben:

$$a = 0{,}09 \qquad b = 0{,}22 \qquad e_1 = 0{,}01$$

$$e' = 0{,}021 \qquad e'' = 0{,}017.$$

2. Es iſt ein Minimum der Widerſtandsfähigkeit und ein Maximum der Biegung feſtzuſetzen, und zu dieſem Zwecke iſt es erforderlich, daß in der Hütte mit Sorgfalt eine Probirbank aufgeſtellt wird.

Als Anwendung der obigen Grundſätze laſſen wir die nachſtehenden zwei Beiſpiele folgen.

1. Feſte Brücke von $7^m0$ Spannweite und $7^m0$ Breite des untern Brückenbelags. — Die größte Belaſtung wird mit $15000^k0$ mit Einſchluß der Brückenbahn angenommen. Das Gerippe beſteht aus fünf Balken Nr. 22 B I, die $1^m60$ von Mittel zu Mittel entfernt liegen und $0^m30$ eingemauert ſind. Man kann die Enden dieſer Balken unmittelbar auf Blechplatten legen, welche den Boden der in den Pfeilern angebrachten Einſchnitte bilden; beſſer aber iſt es ſie über gußeiſernen Stühlen zu befeſtigen, wie die Schienen bei Eiſenbahnen, oder aber eine durchlaufende eiſerne Mauerlatte von $6\frac{1}{2}$ Kilogramm pro laufenden Meter anzuwenden.

Nach unſern Formeln erhebt ſich die gleichmäßig vertheilte Belaſtung, die man auf einen Balken Nr. 22 B I von $40^k0$ bei $7^m0$ Spannweite legen kann, beiläufig bis zu $4000^k0$. Sie würde hier nur $3000^k0$ betragen, wenn man annimmt, daß der Druck gleichmäßig vertheilt iſt, und $3750^k0$, wenn man vorausſetzt, daß die beiden Stirnbalken nur den achten Theil davon zu tragen haben.

Man muß dafür ſorgen, daß die Balkenenden ſo eingerichtet ſind, daß ſie ſich an jeder Seite um 3 Millimeter ausdehnen können, was bei der in Rede ſtehenden Spannung einen Temperaturunterſchied von etwa 50° ausmacht.

Um das Syſtem recht feſt zu machen, muß man die Balken unter ſich durch Zugbänder und Streben aus gewalztem Eiſen von $0^m03$ Durchmeſſer verbinden, wie wir es bei der Beſchreibung der Brücken von Charleroi angedeutet haben. Die Anwendung von ⊤Eiſen oder Winkeleiſen zu den Verſtrebungen, welche dem Zerdrücken Widerſtand leiſten ſollen, erſcheinen uns hier vollſtändig unnütz.

Der untere Brückenbelag iſt aus Eichenholz von $0^m10$, der obere aus Buchen- oder Pappelholz von $0^m045$ bis $0^m05$ Stärke. Nimmt man an, daß die zwiſchen zwei Balken wirkende Belaſtung ſich auf $6000^k0$ bei einer Länge von $0^m25$ erhebt, ſo iſt es leicht durch unſere Formeln zu finden

$$f = 0{,}4555$$

$$PC \text{ oder } \tfrac{1}{6}pC^2 = 1{,}242{,}150^k\, a\, h^2,$$

was auf Eichen- und Tannenholz anzuwenden kommt, wenn die Balkenweite nicht zu bedeutend iſt.

Es ſei in der That:

$a = 0{,}25 \quad h = 0{,}14$ im Durchſchnitt (anſtatt 0,15)

$$C = 1^m60$$

$$\tfrac{1}{6}pC^2 = 6210^k0$$

$$pC = 31050^k0.$$

Wenn man dieſe Belaſtung von $6000^k0$ = hier $2P$ in der Mitte eines der Balkenfelder wirkend denkt, ſo wird

$$PC = 1{,}242{,}150^k\, a\, h^2$$

folglich $P = 3000^k0$ und $C = \frac{1{,}60}{2} = 0^m80$

$$PC = 6210^k0$$

$$P = 7762 \text{ und } 2P = 15524^k.$$

2. Zugbrücke von $5^m0$ Breite und $4^m0$ Spannweite (Fig. 10). — Die größte Belaſtung ſoll alles mit inbegriffen $13000^k0$ betragen. Streng genommen würden drei Schienen Nr. 22 B I als Balken genügen; es erſcheint uns aber zweckmäßiger deren vier anzunehmen, ſowohl wegen der Steifigkeit als wegen der zerſtörenden Wirkungen, die ein Geſchütz hervorbringen würde, wenn es den mittlern Balken durchbräche. Dieſe Balken liegen $1^m50$ von Mittel zu Mittel entfernt. Bei beweglichen Brücken muß das Hauptaugenmerk des Conſtructeurs darauf gerichtet ſein, daß das Gerippe der Klappe vollkommen ſteif iſt, und es iſt daher unſer Syſtem wie folgt conſolidirt.



Digitized by Google

a) Die fünf Querriegel E haben die Beſtimmung die Balken in unveränderlicher Lage zueinander zu erhalten. Sie beſtehen aus Winkeleiſen im Gewicht von 8ᵏ25 pro laufenden Meter und ſind in der Hütte von Marcinelle und Couillet unter Nr. 37 fabricirt; der eine Schenkel iſt 0ᵐ065 lang und 0ᵐ011 ſtark, der andere hat dieſelbe Länge und 0ᵐ009 Stärke. Den erſten ſetzt man ſenkrecht bei flach liegender Klappe und man ſchneidet den andern an jedem Ende 0ᵐ15 auf, biegt dann dieſe 0ᵐ15 langen, 0,065 hohen und 0ᵐ011 breiten Enden um und verbolzt ſie mit dem mittleren Theil der Balken.

Wir haben abſichtlich gewiſſe Winkeleiſen oder einfache ⊤Eiſen der Hütten von Marcinelle und Couillet gewählt, weil 1. ihre Dimenſionen zweckmäßig ſind, 2. weil ſie in den Handel kommen und 3. weil ſie in nichts den ähnlichen Erzeugniſſen der Provinces in Bezug auf Qualität nachſtehen.

b) Durch vier Zugſtangen G aus gewalztem Eiſen von 0ᵐ03 im Durchmeſſer wie bei den Brücken von Charleroi.

c) Durch einen Lagerbalken m n, der mit jedem Mittelbalken durch zwei Bolzen von 0ᵐ012 im Durchmeſſer und mit jedem Stirnbalken durch zwei ſtärkere Bolzen von 0ᵐ018 Durchmeſſer verbunden iſt, welche auch das Halsſtück der Achſe mit verbinden, die mit einer Gabel verſehen iſt, in welche der Lagerbalken eingreift, mit dem ſie durch zwei oder drei Bolzen von 0ᵐ016 Durchmeſſer verbunden iſt (Fig. 11).

Es gibt im Handel eine große Anzahl von ⊤Eiſen, welche bei Zugbrücken vortheilhaft als Lagerbalken verwendet werden können. Für die gegenwärtigen Dimenſionen der Brücke gebraucht man die Nr. 24 von Marcinelle und Couillet, welche pro lauf. Meter 11ᵏ0 wiegen und die folgen Maßen haben (Fig. 1): a = 0,069, b = 0,011, a′ = 0,011, b′ = 0,068.

Der Lagerbalken (Fig. 12) muß ſo eingerichtet ſein, daß er eine große reſpective Feſtigkeit beſitzt, weil er beinahe das ganze Gewicht der Brücke tragen muß, wenn dieſe aufgezogen iſt. Er beſteht deßhalb aus zwei zuſammengeſtellten Schienen der gewöhnlichen Nr. 20 mit 40ᵏ0 pro laufenden Meter, und haben wir ſolchen wegen der großen Stärke ihres mittlern Theils den Vorzug gegeben. Die untere Rippe iſt früher 0ᵐ003 abgefeilt. Dieſer Balken nimmt die Achſe der Zapfen B von 0ᵐ05 in Quadrat auf, und einige Bolzen verhindern das Biegen der Achſe, beſonders am Ende der aufſteigenden Bewegung der Brücke.

An der Stelle der Verbindung mit dem Lagerbalken ſind die Rippen am Ende eines jeden Balkens auf 0ᵐ028 Länge weggeſchnitten, ſo daß der mittlere Theil zwiſchen die äußern Rippen einer der zwei Schienen des Lagerbalkens eindringt; die Verbindung geſchieht alsdann mittels zweier Winkeleiſen von 0ᵐ18 Höhe, 0ᵐ02 Stärke und 0ᵐ18 Seite; jede ſenkrechte Seite hat vier Löcher für Bolzen von 0ᵐ02 im Durchmeſſer. Um dieſen Theil noch beſſer zu verbinden, iſt der Lagerbalken ſeiner ganzen Länge nach mit einer Deckſchiene von 0ᵐ01 Stärke und 0ᵐ138 Breite belegt; außerdem iſt bei jeder Verbindung eine Rückplatte A von 0ᵐ35 Länge, 0ᵐ185 Höhe und 0ᵐ012 Stärke angebracht, um die reſpective Feſtigkeit der mittlern Theile zu erhöhen.

Indeſſen ſind dieſe Platten nicht unumgänglich erforderlich. Dem untern Bohlenbelag aus Eichenholz braucht man nur eine Stärke von 0ᵐ08 zu geben.

Hinſichtlich der Berechnungen der Widerſtandsfähigkeit der verſchiedenen Theile dieſer Zugbrücke brauchen wir keine Wiederholungen zu machen; ſie haben alle einen viel größern Querſchnitt als der iſt, welcher der permanenten Belaſtung correſpondirt, und man kann ſich davon leicht mittels unſerer Formeln überzeugen.

---

## Baulichkeiten unter einer im Betrieb ſtehenden Eiſenbahn.

(Mit 3 Blatt Zeichnungen nach Seite 66.)

Eine der wichtigſten, ja die erſte aller Bedingungen, welche zu erfüllen ſind, um unter einer im Betrieb ſtehenden Eiſenbahn Baulichkeiten auszuführen, iſt die, daß der Verkehr der Bahn nicht behindert wird und keine Gefahr für denſelben entſteht.

Mittels des in Fig. 1—4 dargeſtellten Gerüſtes wurden bei Tagolsheim auf der Eiſenbahn von Paris nach Mühlhauſen vier gemauerte Bogen von je 4ᵐ0 Spannweite erbaut, ohne daß für den Betrieb die geringſte Störung erfolgte, oder daß für die Arbeiter irgend eine Gefahr

Digitized by Google

vorhanden geweſen wäre. Es wurde hierdurch eine koſtſpielige und ſchwierig herzuſtellende Unterfangung erſetzt, womit auch eine geringere Sicherheit verbunden und man gezwungen geweſen wäre erſt ein Geleiſe und dann das andere zu verlegen; auch hätte das Mauerwerk nur in drei Perioden ausgeführt werden können, was ſeine Solidität beeinträchtigt, dem Entrepreneur ein großes Hinderniß und viele Koſten verurſacht hätte, wie man aus dem in Fig. 5 bis 8 dargeſtellten Vorgange erſehen kann, der bisher in ſolchen Fällen immer zur Ausführung kam. Fig. 5 bezeichnet die 1. Periode, nämlich die Ausgrabung eines Theils des Auftrages an der rechten Seite und Verwendung dieſer Erde zur Verbreiterung des Dammes auf der linken Seite, um die Verlegung der ſteigenden Bahn zu geſtatten; dieſe Ausgrabungen werden bei allen vier Bogen gleichzeitig begonnen; in Fig. 6 iſt die 2. Periode, das Wegnehmen der ſteigenden Bahn, die Fortſetzung der Ausgrabung des Einſchnittes und der Beginn des Mauerwerks angegeben; Fig. 7 ſtellt die 3. Periode, die Erbauung des zweiten Ringes und das Abſpreizen der Erde dar; während der Aufführung des zweiten Ringes vom erſten Bogen beginnt man den erſten Ring des zweiten Bogens und fährt in dieſer Art fort; in Fig. 8 endlich bemerkt man die Wiederherſtellung des Verkehrs auf der fallenden Bahn, wenn alle vier Bogen ſo weit vorgerückt ſind wie Fig. 7 zeigt; die ſteigende Bahn wird weggenommen und das Mauerwerk auf der linken Seite wird vollendet.

Bei dem Durchbruche des Eiſenbahndammes bei Tagolsheim wurde dagegen auf folgende Weiſe verfahren, wobei zu bemerken iſt, daß der dazu verwendete Apparat ohne Verbindungen zuſammengeſetzt wird und nach den Umſtänden auf die bequemſte Weiſe aufgeſtellt, verändert und auseinandergenommen werden kann, ohne daß damit ein Verluſt oder Abfall des Holzes verbunden wäre. Es wurde damit ein gelungener viermaliger Verſuch an einer Stelle gemacht, wo 36 Züge paſſiren, von denen 16 ſtark beladen ſind und oft durch die größten Locomotive remorquirt werden.

Die Herſtellung dieſes Gerüſtes, die Erdarbeiten, die Abſpreizungen und das Mauerwerk, das Auseinandernehmen des Gerüſtes und die Wiederherſtellung des Dammprofils nach der Vollendung des Werkes werden in folgender Weiſe bewirkt.

Nachdem man die Achſe des auszuführenden Bauwerks beſtimmt hat, unterfährt man in der Zeit, wo die Züge nicht verkehren, jede Schiene mit einer Langſchwelle L aus Tannenholz, welche die Querſchwellen zu tragen hat, die man mittels Klammern daran befeſtigt; der Querſchnitt und die Länge dieſer Langſchwelle richtet ſich nach der Belaſtung und der Tragweite. Bei dem in Rede ſtehenden Bau z. B., wo die letztere $13^m0$ und die zu tragende Laſt 15 bis 20000 Kilogr. pro Langſchwelle, 30 oder 40000 pro Geleiſe und 60 bis 80000 Kil. für das ganze Gerüſt bei der Kreuzung von zwei Zügen betrug, nahm man dafür Hölzer von $0^m45$ in □ und $18^m0$ Länge und theilte die Tragweite mittels zweier Streben.

Dieſe Langſchwellen hatten an jedem Ende ein Auflager von $2^m50$; ſobald ſie geſtreckt waren, begann man die Abgrabung des Erddammes von oben mittels zweier Einſchnitte von $4^m40$ oberer Weite und $1^m0$ an dem gewachſenen Boden (Fig. 1, 1. Periode), deren Wände nach Maßgabe des Vorwärtsſchreitens der Arbeit verkleidet wurden. Nachdem dieſe Einſchnitte ganz niedergetrieben waren, ſetzte man in jeden und unter jede Langſchwelle einen ſenkrechten Ständer P (Fig. 1, 2. Periode) und eine Strebe F, die an ihrem Kopfe in ſchräger Linie ſtumpf an den Spannriegel S angeſtoßen ſind (Fig. 2); beide Hölzer ſtehen auf einer doppelten Schwelle und werden durch ſtarke eichene Keile G (Fig. 1) ſtark angetrieben; demnächſt verbindet man die vier Ständer durch ein Andreaskreuz (Fig. 3). Im weiteren Verlaufe erſetzte man die erſten Spreizen E (1. Periode) durch die Spreizen E′ (2. Periode) nach Maßgabe als man beim Abtragen des zwiſchen den beiden Einſchnitten der 1. Periode ſtehen gebliebenen Kerns N weitere Fortſchritte machte.

In dem Längendurchſchnitt (Fig. 2) iſt das ganze Gerüſte in dem Momente dargeſtellt, wo das Mauerwerk begonnen werden ſoll; die Hölzer H, H′ und $H^2$ werden erſt ſpäter, beim Ausrüſten, eingeſetzt. Der Spannbalken T an der Sohle, den man ſpäter fortnimmt, wird erſt in dem Moment eingetrieben, wo das Ausgraben der Fundamente der Widerlager beginnen ſoll; er liegt wie die andern Hölzer auf einer Schwelle mit zwei eichenen Keilen, mit denen man ihn ſo weit heben kann, daß die Streben F ſtark angetrieben werden und jede Ausweichung derſelben verhindert wird.

Nachdem die Arbeiten ſo weit gediehen ſind, kann man die untern Abgrabungen vornehmen, ohne eine Senkung der Stützpunkte befürchten zu dürfen, weil alle Verbandſtücke zu einem ſteifen Rahmen verbunden ſind, der mit der Zunahme des Druckes ſich nur noch mehr zuſammenpreſſen kann, ohne ſeine Form und Stellung zu verlieren.

Dieſe letzten Ausgrabungen werden nach gehöriger



Digitized by Google

Abſpreizung mit der Spitzhaue in kleinen Partien ausgeführt, die man dann mit gut geſtampftem Beton ſofort ausfüllt.

Iſt man auf dieſe Weiſe bis zur gehörigen Tiefe vorgedrungen, ſo fängt man ohne Verzug die Maurerarbeiten an und nimmt die Spannbalken T weg, ſobald ſie das Aufmauern der Widerlager behindern.

Sollten die Bauarbeiten eine längere Zeit in Anſpruch nehmen, wäre der Verkehr auf der Bahn ein ſehr lebhafter und hätten die Züge bedeutende Ladungen oder führen mit großer Geſchwindigkeit, ſo gibt man dem ganzen Syſtem dadurch eine abſolute Feſtigkeit, daß man (Fig. 4) einen auf Keile geſtellten neuen Ständer und zwei Streben V hinzufügt, die durch zwei Zangen M verbunden werden. Dieſer die Tragweite noch vertheilende Bock bewirkt die vollkommene Verſtrebung der Langſchwellen und dient als Stütze für die Verſpreizung der obern Wände während des Abnehmens des Gerüſtes oder der Arbeitsbrücke.

Als Beweis der großen Feſtigkeit dieſes Syſtems diene die Thatſache, daß drei ſtarke Locomotive mit ganzer Dampfkraft und großer Geſchwindigkeit über das Gerüſt fuhren, ohne daß ſich die geringſte Veränderung an demſelben gezeigt hätte.

Durch die nähere Betrachtung der drei Durchſchnitte in Fig 2, 3 und 4 und beſonders des Längendurchſchnittes in Fig. 2 erhält man einen genauen Begriff von der Leichtigkeit, mit der die Erdarbeiten und das Mauerwerk auszuführen ſind, welche weder durch Stützen noch durch die Beſorgniß der Arbeiter vor einer Gefahr erſchwert werden.

Das Abnehmen des Gerüſtes erfordert nur Sorgfalt und zweckmäßige Maßregeln, und es wird in ſehr kurzer Zeit vollbracht, wenn man nach vollendetem Bau und Ueberzug des Gewölbes die Erdausfüllung beginnen will. Es wird in folgender Art bewerkſtelligt. Nachdem man vor jedem Ständer eine Strebe H' angebracht, löſt man die Keile G unter den Streben F und nimmt dieſe Theile, je nachdem es am paſſendſten erſcheint, von oben oder von unten heraus; dann legt man den aus einem oder aus zwei Stücken beſtehenden Riegel H und lehnt ihn gegen den Bock, um die obern Verkleidungen der Wände zu halten; demnächſt löſt man die Keile unter den Ständern P, und nachdem man dieſe weggenommen, beſeitigt man auch die Schwellen und die Keile. Nun beginnt die Wiederausfüllung mit der vorher herbeigeſchafften Erde, die man bis zum Anfange der Gewölbe mit großer Sorgfalt ſtampft. Um dieſelbe Arbeit auf der andern Seite des Werkes vornehmen zu können, errichtet man zuerſt die Strebe H'', um dem durch die Strebe H' veranlaßten Druck Widerſtand zu leiſten, löſt dann die Keile unter den Streben F, die man ſofort beſeitigt, demnächſt die der Ständer P, welche man auch nebſt den Schwellen, Keilen und der untern Verkleidung herausnimmt. Dann ſetzt man die Wiederausfüllung ſymmetriſch auf beiden Seiten der Gewölbrücken fort. Iſt das Einſtampfen der Erde bis zur Höhe des äußern Gewölbſcheitels gediehen, ſo nimmt man die Riegel H weg und ſtützt die Seitenwände, wenn es nothwendig befunden wird, durch proviſoriſche Abſpreizungen, die man gegen den Mittelpfoſten C D oder gegen die Streben V legt.

Für den Fall, daß ſtark beladene Züge während dieſer Operationen, die man übrigens mit Gewandtheit bewerkſtelligen muß, die Bahn paſſiren ſollten, kann man momentan einige Pfoſten auf Schwellen, die auf der eingeſtampften Hinterfüllung liegen, ſtellen, um die Biegung der Langſchwellen zu vermindern, welche übrigens nach den gemachten Erfahrungen ohne Gefahr die Laſt eines Zuges tragen können, wenn ſie bloß an ihren Enden und durch den Bock (Fig. 4) geſtützt ſind.

Wenn die Erdauffüllung, mit einer innern Böſchung, die ein Viertel des Gewölbes noch offen läßt, bis unter die Langſchwellen gebracht iſt, ſo löſt man die Keile unter dem Mittelpfoſten C D, läßt dieſen ſo weit hinuntergehen, daß ſich ſein Kopf unter den Zangen befindet, die nur noch von den beiden Streben V getragen werden. Nun füllt man den zum Herausnehmen des Pfoſtens gelaſſenen Raum des Gewölbes aus, ſchließt den Ueberzug oder die Kappe und vollendet die Erdausfüllung bis unter die Zangen. Endlich beſeitigt man auch dieſe Zangen und nimmt die zwei Streben V heraus, ſchließt die Räume, welche dieſelben im Gewölbe eingenommen haben, mit vorher dazu bearbeiteten Steinen, die man mit Cement verſetzt, füllt die Lücken der Kappe aus und vollendet die Auffüllung der Erde.

Da ſich die Erde ungeachtet des ſorgfältigſten Stampfens immer noch ſetzen wird, ſo läßt man die Langſchwellen ſo lange als möglich liegen und erhält dieſelben in ihrer normalen Höhe durch eine Schicht aus Kies beſtehenden Ballaſtes, der wie bei den Querſchwellen der Bahnſchienen untergeſtampft wird.

Wenn man die Schwellen zu einer ähnlichen Arbeit wie bei Tagolsheim gebraucht oder um ſie dem Entrepreneur zurückzugeben, ſo nimmt man ſie nach einer langen Periode heraus und füllt die Räume mit gutem Ballaſt ſo lange aus, bis jede Senkung verſchwunden iſt.

Digitized by Google

*Fig. 2. Längenschnitt*

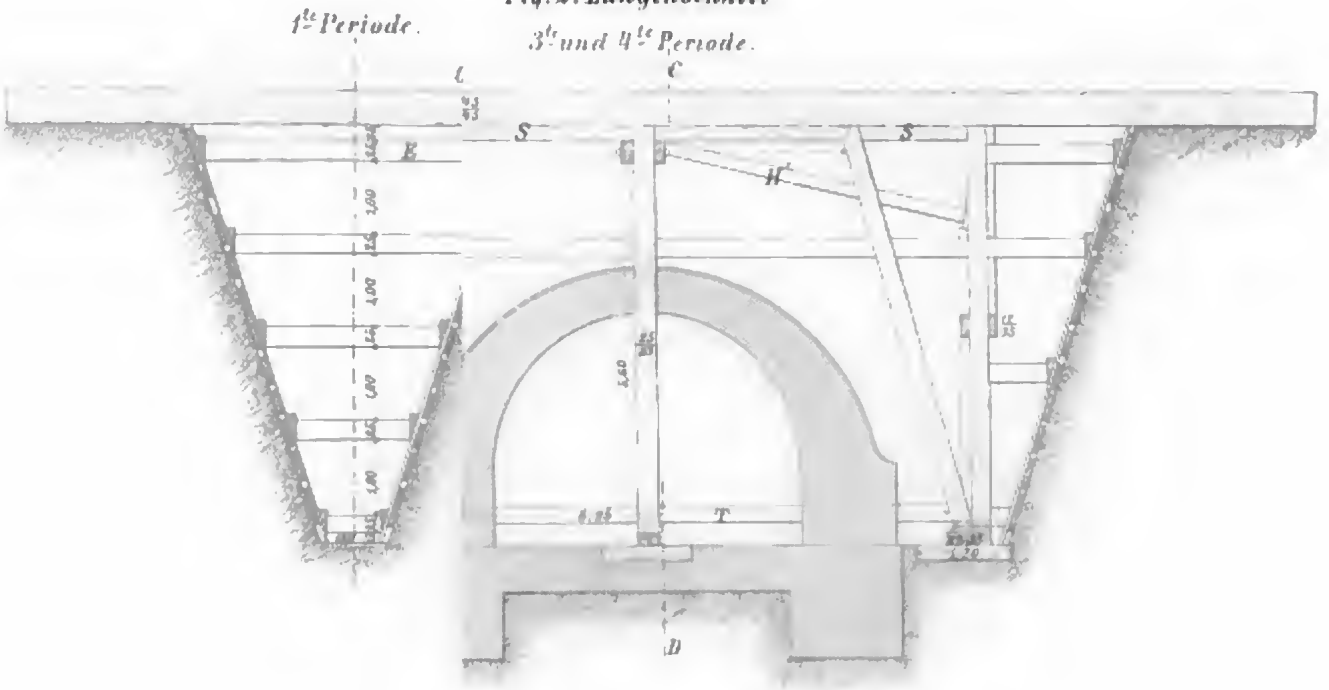
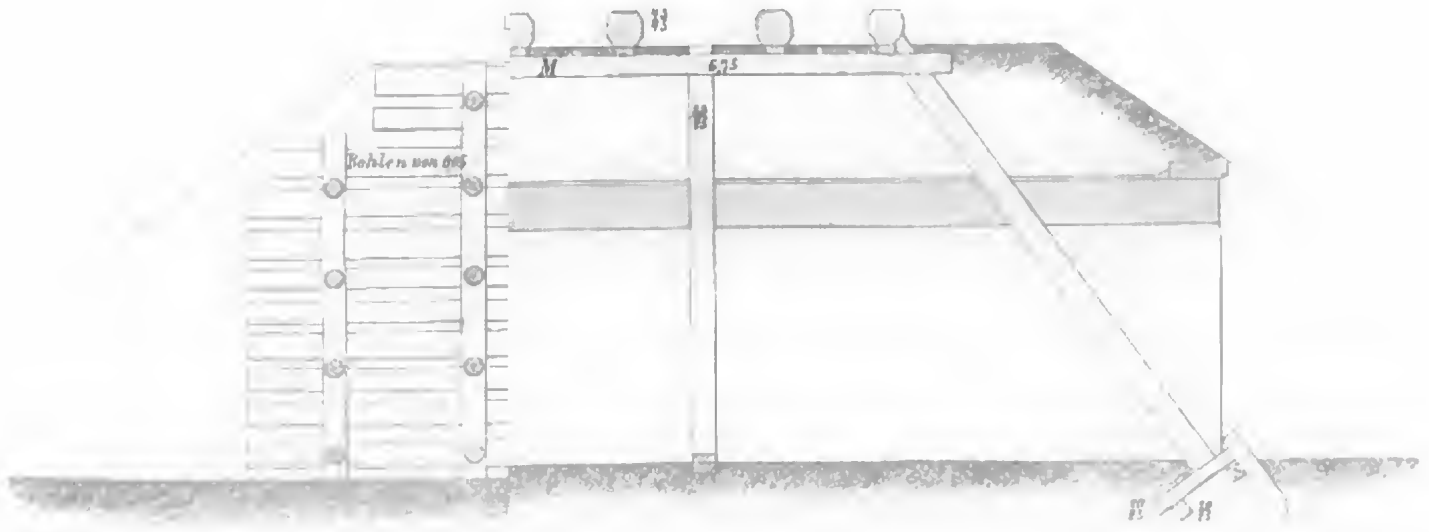



*Fig. 4. Schnitt nach CD.*






Digitized by Google

## Auszimmerung und Arbeitsbrücken
*bei einem Auftrage von 5m·60 für den Bau von 4 Entlastungsbogen*
## auf der Eisenbahn von Paris nach Mühlhausen

*Fig. 5. Erste Periode.*

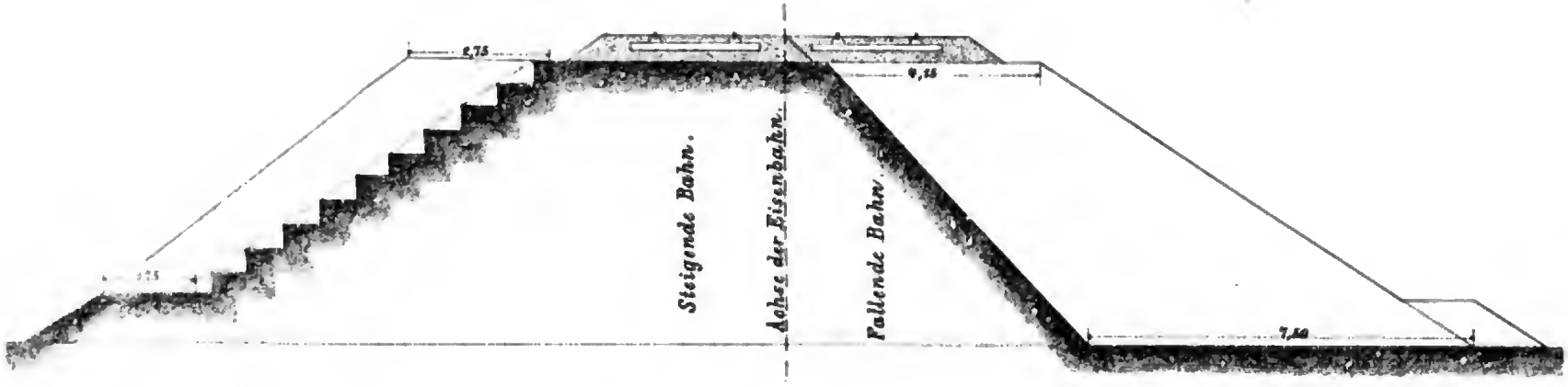
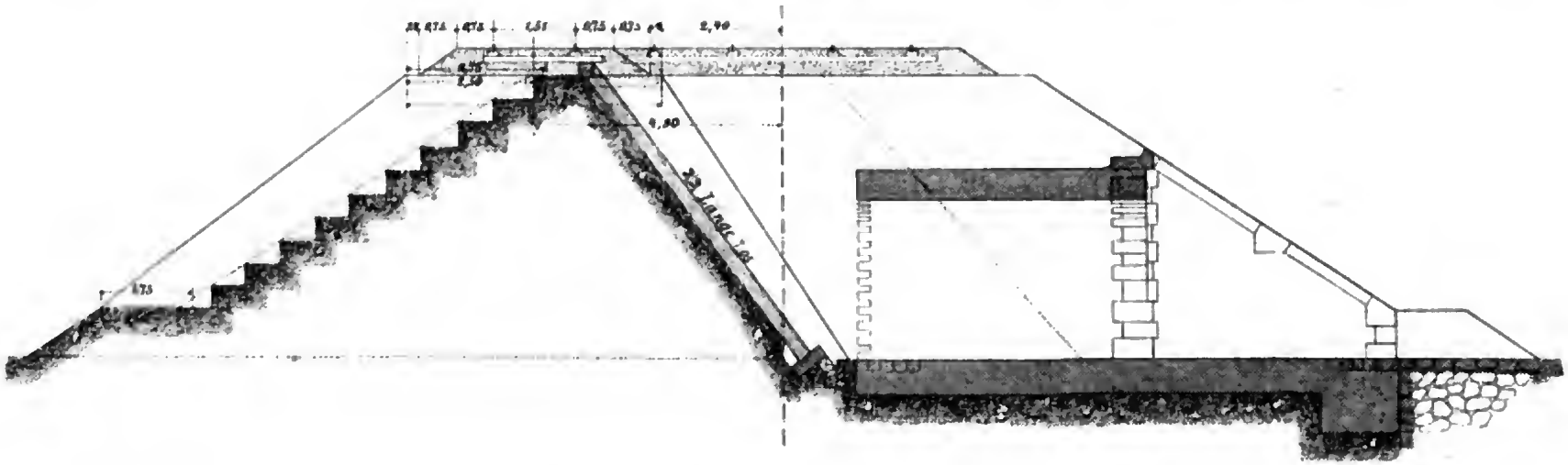



*Fig. 6. Zweite Periode.*





0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 *Meter.*

Digitized by Google

## Auszimmerung und Arbeitsbrücken

*bei einem Auftrage von 5$^{m}$ 60 für den Bau von 7 Entlastungsbogen*

**auf der Eisenbahn von Paris nach Mühlhausen**

*Fig. 7. Dritte Periode.*

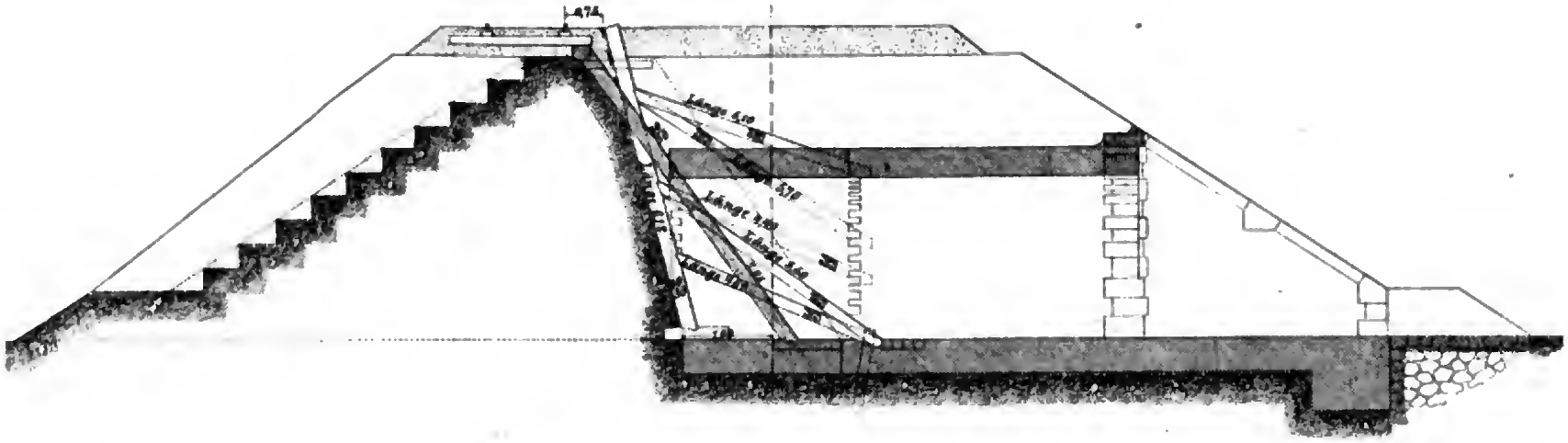
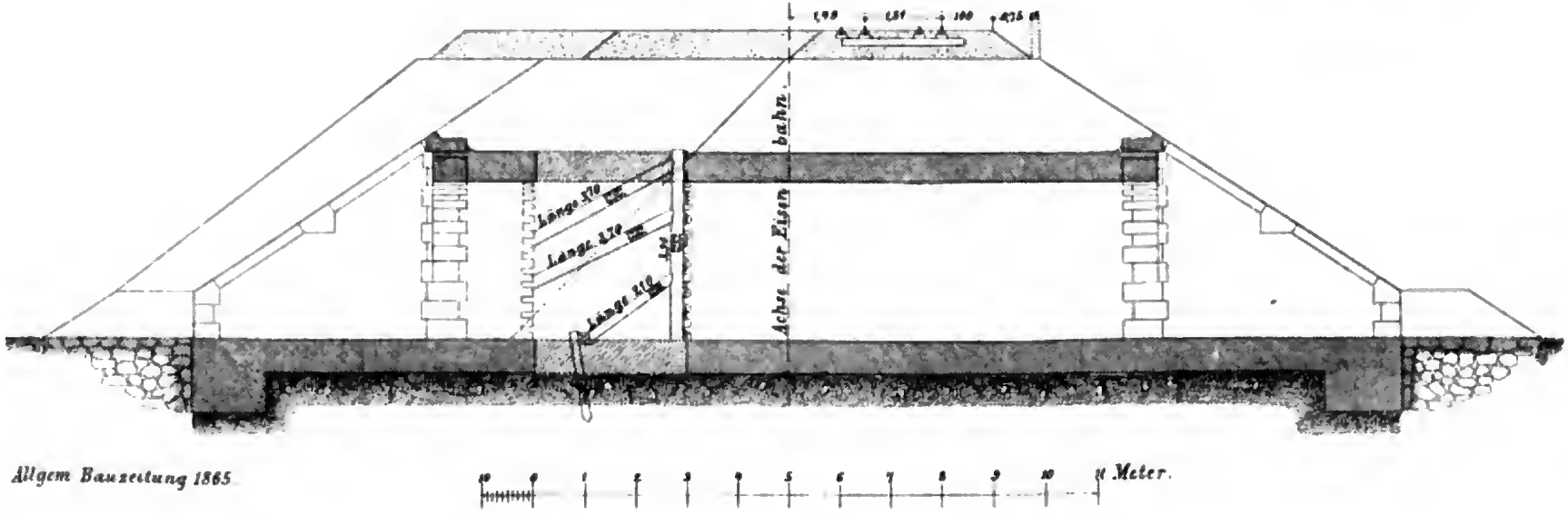


*Fig. 8. Vierte Periode.*




*Allgem Bauzeitung 1865.*

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Meter.

Digitized by Google

# Theoretiſche und praktiſche Unterſuchungen über den hydrauliſchen Kalkmörtel.

Von dem Ingenieur George Robertſon.

Die Fragen, welche in der nachſtehenden Abhandlung ſpeciell unterſucht werden, ſind diejenigen, welche ſich auf das Brennen und Löſchen des blauen Liaskalkes, die Wirkung der Kieſelerde auf dieſen Kalk, auf das Binden des Mörtels und die Einſaugung der entſprechenden Kohlenſäure beziehen. Die daraus hervorgehende Theorie wird durch den Bericht von praktiſchen Verſuchen mit einigen andern Subſtanzen, die manchmal als hydrauliſcher Mörtel verwendet werden, und durch die Beſchreibung der Fabricationsmethode der bei den Docks von London angewendeten Mörtelarten, ſo wie mit einigen Bemerkungen über die Wirkung des Zerſtoßens, über die Cohäſionskraft und über die Dichtigkeit des Mörtels aus blauem Lias vervollſtändigt. Die in dieſem Memoire vorkommenden Thatſachen werden zuvörderſt vom chemiſchen und theoretiſchen Standpunkt aus in beſchränktem Maßſtabe erörtert, dann aber der Controle der Anwendung im großen Maßſtabe der Praxis auf dem Bauplatze unterzogen, und endlich werden ſie in einer methodiſchen Reihenfolge dargeſtellt, ſo daß ſie ein lebhaftes Intereſſe erwecken.

Ungeachtet der Arbeiten einer großen Anzahl von Ingenieuren und ausgezeichneten Chemikern hat dieſer Gegenſtand in dieſem Augenblick noch ſeine bedeutenden Schwierigkeiten, die noch durch ungenaue Angaben und in Widerſpruch ſtehende Schlüſſe vermehrt werden. Dieſe letztern ſind manchmal die Folge der Verwirrung, mit der das Wort „hydrauliſch“ gebraucht wird, das man ohne Unterſchied auf jede Subſtanz bezieht, welche die Eigenſchaft beſitzt, unter Waſſer zu erhärten, mit der Zeit jedoch in Folge der auflöſenden Wirkung des Waſſers erweicht, während ein wirklicher hydrauliſcher Mörtel nicht bloß unter Waſſer bindet, ſondern in demſelben eine immer zunehmende Härte und Unlöslichkeit annimmt. Nur in dieſem Sinne wird das Wort hydrauliſch in unſerem Memoire gebraucht.

Durch die chemiſche Theorie iſt die Zuſammenſetzung des Liasmörtels, ſo wie die vollkommen aufgeklärte Wirkung der Kieſelerde, Thonerde und der Kohlenſäure bei dem Phänomen des Bindens deutlich erklärt worden, und man hat ſich mit dieſer Analyſe begnügt, nicht weil andere zufällig beigemiſchte Stoffe von allem Einfluſſe frei wären, ſondern aus dem Wunſche ſich ſtreng an die Hydraulicität (um ein neues Wort zu gebrauchen) des Gegenſtandes zu halten und um Combinationen aus dem Spiele zu laſſen, welche ſicherlich an und für ſich intereſſant ſind, jedoch die Theorie nur compliciren und endlich eine Wichtigkeit erlangen, die man ihnen in keiner Hinſicht beimeſſen kann.

Einige ohne Zweifel banale Bemerkungen über den kohlenſauren Kalk, die Grundlage des Mörtels, ſind unumgänglich nothwendig.

Der Kalkſtein, wenn er rein iſt, bildet eine Combination von Kohlenſäure mit Kalk oder Calciumoxyd. Die Säure verbindet ſich mit der Baſe in dem Verhältniß von 22 zu 28 und 44 Procent. Dieſes Verhältniß iſt alſo dasjenige des größten Gewichtes, das ein anhydriſch vorausgeſetzter Kalkſtein durch das Brennen verlieren kann. Indeſſen findet ſich in demſelben ſtets Waſſer in verſchiedener Menge vor, und in der Praxis modificirt es das Erträgniß an reinem Kalke, das ein beſtimmtes Gewicht Kalkſtein liefern kann, beträchtlich.

Man hat im Großen einen Verſuch angeſtellt, um zu der Kenntniß zu gelangen, in wie weit es möglich iſt, durch die Analyſe eines Fragments Kalkſtein die Quantität und folglich das Kalkerträgniß einer Ofenladung Kalkſtein beiläufig zu beſtimmen. Die Analyſe eines mittlern Handſteins Liaskalk von Lyme-Régis ergab:

| | |
|---|---|
| Kalk . . . . . | 44,35 |
| Kieſelerde und Thonerde | 17,30 |
| Kohlenſäure . . . | 34,85 |
| Waſſer . . . | 3,50 |
| Zuſammen | 100,00 |

Theoretiſch beträgt alſo der Verluſt durch das Brennen 38,35 Procent und der Gewinn an Kalk 61,65.

Um dieſe Rechnung zu beſtätigen, brannte man in Oefen ein Gewicht von 147,20 Tonnen von demſelben Stein, der von allem anhängenden Stoffe befreit war; nach dem Brennen wurde der Ueberreſt ſorgfältig gewogen und es betrug die Maſſe des lebendigen Kalks 87,38 Tonnen. Der Gewichtsverluſt belief ſich alſo auf 59,82 Tonnen oder 40,63 Procent des urſprünglichen Gewichts, welche Zahl das durch die Berechnung gefundene Verhältniß nur um 2,28 Procent überſteigt; es würde aber dieſe Differenz noch größer ſein, wenn man von dem Gewicht des Kalks das der Kohlenaſche abzöge, wie es ſpätere Ver-

Digitized by Google

ſuche bewieſen haben, aus denen hervorging, daß die gebrannte Steinmaſſe mehr Waſſer enthielt als das erſte Probeſtück ergeben hatte.

Der obige Verſuch kann indeſſen als ſehr genügend betrachtet werden, wenn man die einigen zuerſt verſuchten Grammen mit der enormen Maſſe der zweiten Probe vergleicht; in praktiſcher Beziehung unterſcheidet ſich das Reſultat der letztern nicht weſentlich von den Vorausſetzungen der Theorie.

Im Zuſtande des unlöslichen kohlenſauren Salzes hat der Kalk in Bezug auf die Bindekraft nur ſehr geringe Eigenſchaften, weßhalb man ihm ſeine Kohlenſäure entziehen muß, um ihn zum Mörtel oder Cement geeignet zu machen. Die Leichtigkeit, womit ſich dieſe Säure von ihrer Baſe trennt, contraſtirt auf eine eigenthümliche Weiſe mit der Stabilität des ſchwefelſauren Kalks, der durch das Brennen bloß das Kryſtalliſationswaſſer verliert, ohne die Schwefelſäure abzuſcheiden, und im waſſerloſen Zuſtande wird er unter der Benennung Gips von den Baumeiſtern als Bindemittel verwendet. Die Ingenieure verwenden den Kalk gewöhnlich, nachdem er für eine Zeit ſeiner Kohlenſäure beraubt war.

Die Kohlenſäure bildet Salze von ſehr leichter Zerſetzung; ſie iſt eine ſchwache Säure, deren Wirkung durch Waſſer unfehlbar gemildert wird; die Folge dieſer Wahlverwandtſchaft zum Waſſer iſt die, daß die Feuchtigkeit, wenn ſie nicht bloß oberflächlich iſt, theoretiſch dem Brennen des Kalkes günſtig erſcheint, und man hat durch Verſuche gefunden, daß das Verhältniß des Wärmeſtoffes ein Gewicht Brennmaterial von $^1/_{10}$ bis $^1/_{30}$ desjenigen des Kalks erforderte. Allem Anſcheine nach hängt dieſe Verſchiedenheit von dem größern oder geringern Grade der Feuchtigkeit des Steines ab. Nachdem das Feuern im Ofen nur drei Stunden gedauert hat, fängt die Kohlenſäure an in großer Menge zu entweichen.

Von dieſem Geſichtspunkt aus betrachtet müſſen alle fetten und hydrauliſchen Kalke auf ein und dieſelbe Art behandelt werden, und es iſt die Theorie ſehr einfach, während die umgekehrte Operation, nämlich die Reconſtitution des Kalkſteins, complicirter iſt.

Wenn man Mörtel zubereiten will, ſo beginnt man mit dem Löſchen des Kalks, um daraus ein Hydrat zu bilden. Da das Waſſer unumgänglich erforderlich iſt, um aus dem Kalk eine bindende Maſſe zu machen, ſo dient es ſchließlich, nach der Erhärtung, noch zur Erleichterung der Wiederaufſaugung der Kohlenſäure.

Das Löſchen des Kalks kann entweder vor der Anwendung des Mörtels wie bei den Betons oder den Mörteln von gelöſchtem Kalk, oder aber im Moment der Anwendung ſtattfinden wie bei den ſchnell bindenden Kalken, Cementen oder agglomerirten Mörteln.

Bei dem an den Londoner Docks angewendeten Lias wurde das Verhältniß des durch das Brennen gewonnenen Kalks mit 0,44 bei dem kohlenſauren und 0,73 bei dem gebrannten lebendigen Kalk gefunden.

Beim Löſchen abſorbirt der Kalk chemiſch im latenten Zuſtande $^9/_{32}$ oder 23 Procent ſeines Gewichts Waſſer und verwandelt ſich in Kalkhydrat. Zur Unterſcheidung nennt man dieſes Waſſer Hydratwaſſer.

Wenn der Kalk gelöſcht und reichlich mit Waſſer übergoſſen wird, ſo nimmt er ein größeres Gewicht davon an als das iſt, welches ihm auf chemiſchem Wege genommen werden kann; z. B. 3,63 Kubikmeter trockner Lias, welche 3,854 Kilogr. wiegen, wenn ſie unter den beſten Verhältniſſen gelöſcht werden, werden nach der Sättigung 5,074 oder 31 Procent über ihr urſprüngliches Gewicht und 8 Procent Waſſer über jene Quantität haben, welche chemiſch nothwendig iſt, um Kalkhydrat zu bilden. In der Praxis aber kann die runde Zahl 8 Procent „Abſorptionswaſſer“ genannt werden, da es der Kalk in Folge der Capillarität wie ein Schwamm aufgeſaugt hat.

Die fetten Kalke abſorbiren auf dieſe Art eine noch größere Waſſermenge, da aber der einſaugende Stoff löslich iſt, ſo löſt ſich auch die ganze Maſſe auf; eine bekannte Wirkung, welche den fetten Kalk allein zur Anwendung bei Waſſerbauten ungeeignet macht.

Der fette oder beinahe reine Kalk muß in ſolchem Falle durch natürliche oder künſtliche Mittel von ſeiner übermäßigen Löslichkeit befreit werden. Die Methode, nach welcher dies erfolgt, war der Gegenſtand mancher Theorie, und je nachdem ſie mehr oder minder complet iſt, kann man den hydrauliſchen Kalk von einem Cement unterſcheiden, je nachdem ſich die Subſtanz den jeder Art eigenen Eigenſchaften nähert.

Smeaton hat ſich überzeugt, daß jeder Kalk, welcher fähig iſt, in feuchter Luft oder unter Waſſer zu erhärten, mehr oder minder Thonerde enthält, die er mittels Salzſäure und dann durch ein paſſendes Filtriren abſchied. Einen noch poſitivern Beweis von dem Einfluß dieſes Thons auf den hydrauliſchen Kalk erhält man durch das ſchnelle Calciniren des durch den Filter gewonnenen Niederſchlages und ſeiner endlichen Miſchung mit dem fetten

Digitized by Google

Kalk, welcher augenſcheinlich dieſelben hydrauliſchen Eigenſchaften annimmt, die in dem urſprünglichen Kalkſtein vorhanden waren, von dem man den Thon getrennt hatte; der geringe Unterſchied hat ſeinen Grund in der Unvollkommenheit der mechaniſchen Miſchung beider Subſtanzen.

Da jeder Thon eine Compoſition von Kieſel- und Thonerde iſt, die chemiſch verbunden oder theilweiſe gemiſcht ſind, ſo iſt es weſentlich beim Anfang der Theorie des hydrauliſchen Mörtels einen Blick auf dieſe beiden Subſtanzen zu werfen.

Die Kieſelerde, eines der Oxyde des Siliciums (denn ein anderes iſt neuerdings entdeckt worden), hat die Eigenſchaft wie eine Säure zu wirken, wenn ſie eine gallertartige oder mit Waſſer verbundene Form hat.

Jedes Silicat, welches durch Säuren zerſetzt werden kann, wird mehr oder minder hydrauliſch ſein, wenn man es mit fettem Kalk und Kieſelſäure miſcht, die im Stande iſt, ſich mit den Baſen zu verbinden. Darum iſt auch die Kieſelerde, beſonders wenn ſie waſſerfrei iſt, durch die Schmelzung gezwungen, ſich mit den Alcalien zu verbinden, wie z. B beim Glaſe. Daſſelbe geſchieht häufig bei der Calcination des Lias, wenn die Temperatur eine höhere und die Kieſelerde im ſandigen Zuſtande vorhanden iſt. Das aus dieſer Verbindung hervorgehende Email, ob es von Oxyden gefärbt oder vom Kalk, der darin ſuspendirt iſt, weiß erſcheint, iſt ſtets der Calcination des letztern nachtheilig, weil es der Entwicklung der Kohlenſäure und dem Aufquellen der Kalkmaſſe hinderlich iſt.

Es muß hier der Vorzug der löslichen Kieſelerde für die alcaliniſchen Baſen erwähnt werden, weil der Kalk eine alcaliniſche Baſe, die Thonerde aber (das andere Element des Lias) eine eigentliche Erde iſt; wenn alſo die Kieſelerde thätig wird, ſo kann man vorausſagen, daß ſie den Kalk der Thonerde vorzieht, obwohl ſie mit dieſer letztern verbunden iſt.

Als Petzholdt in einem alten Mörtel zu Dresden eine Quantität gallertartiger Kieſelerde fand, welche größer war als er mit Rückſicht auf das Gewicht dieſes Mörtels glaubte, machte er den Vorſchlag anzunehmen, daß das Phänomen des Bindens das Reſultat einer eigenthümlichen auf den Sand hervorgebrachten chemiſchen Wirkung ſei. Wäre das wirklich der Fall, ſo müßte ein gewöhnlicher Mörtel aus Kalk und Sand mit der Zeit hydrauliſch werden, was aber gegen die Erfahrung iſt. In der That kann wohl ein gewöhnlicher Kalk durch das Aufſaugen einer gewiſſen der Luft entnommenen Quantität Kohlenſäure weniger löslich werden, da er aber durch die Wirkung der Hitze ſpäter ſeine urſprüngliche Löslichkeit wiedererhalten kann, ſo iſt dieſer Kalk in der Wirklichkeit kein hydrauliſcher. Auch wird praktiſch die einzige Wirkung, die der Kalk auf die Kieſelerde im waſſerfreien ſandigen Zuſtande ausüben kann, dann hervorgebracht, wenn wie wir weiter oben geſehen haben dieſe beiden Körper gezwungen ſind, ſich durch die Schmelzung zu verbinden. Ein Theil in dem blauen Lias gefundener Kieſelerde erſcheint unter dieſer unnützen Form und würde bei einer Analyſe im Filter gewaſchen werden. Ein Ueberſchuß derſelben Subſtanz aber erzeugt jene Claſſe, welche von Vicat „armer oder magerer Kalk“ genannt wird. So enthält der Bruchſtein von Kent ſo viel Kieſelerde, daß er die hydrauliſche Eigenſchaft hat; doch iſt dieſe Kieſelerde in waſſerfreiem Zuſtande und nicht in der Form von Sandkörnern.

Wenn man nun zur Thonerde übergeht, ſo bemerkt man, daß dieſe Subſtanz nicht bloß eine waſſerfreie und unlösliche Form beſitzt wie die Kieſelerde, ſondern auch eine gallertartige und lösliche Form hat. Nur wirkt ſie, im Gegentheil der Kieſelerde, niemals als Säure bei der Formation von Salzen, ſei es mit Kalk oder mit andern Baſen. Auf der andern Seite iſt die Thonerde eine ſehr ſchwache Baſe, welche die mit ihr verbundene Säure ſehr leicht an eine kräftigere Baſe abgibt; und dieſe Veränderlichkeit ſpielt in der Theorie der hydrauliſchen Kalke, wie wir alsbald ſehen werden, eine eigenthümliche und ſehr wichtige Rolle.

Nach den vorſtehenden Bemerkungen kann man ſich einen klaren Begriff über die Wirkung der Kieſelerde auf den blauen Kalk der Liasformation machen. Wenn der Kalkſtein im Ofen gebrannt wird, ſo wird nicht bloß das Calciumoxyd durch die Vertreibung des Waſſers und der Kohlenſäure waſſerfrei und cauſtiſch gemacht, ſondern auch die kieſelſaure Thonerde verliert ihre ganze Feuchtigkeit. Die conſtituirenden Elemente des Lias ſind alsdann praktiſch waſſerfrei geworden, und in dieſem Zuſtande kann man keine andere Verbindung dieſer beiden Körper als durch die Schmelzung erhalten und zwar aus Urſache der geringen Wahlverwandtſchaft der Kieſelerde zur Thonerde. Die reſp. Molecüle dieſer beiden Körper befinden ſich trotzdem in einer innigen Verwandtſchaft und ſo zu ſagen in einem eigenthümlichen Zuſtande chemiſcher Spannung, die man durch Anwendung von Waſſer leicht fixiren kann, ſobald nicht bereits eine andere kräftigere Wirkung ins Spiel gekommen iſt. Dieſe Wirkung wird bei dem

Digitized by Google

Löſchen hervorgebracht und man kann, praktiſch geſprochen, behaupten, daß die Kieſelerde nur dann anfängt wie eine Säure zu wirken, Kalkſalze zu bilden, wenn der Kalk ſein Aequivalent von Hydratwaſſer aufgeſaugt hat. Dieſe Theorie iſt nicht bloß eine Vermuthung à priori, ſondern die Erfahrung und die Praxis beweiſen deren Wahrſcheinlichkeit aus Gründen, die dafür ſprechen.

In dem Moment, wo man Waſſer hinzufügt, kann der waſſerfreie lebendige Kalk nicht mehr im waſſerfreien Zuſtande verbleiben. Seine Wahlverwandtſchaft zum Waſſer iſt viel ſtärker und das Waſſer reagirt auf ihn mit einer viel intenſivern chemiſchen Wirkung als die iſt, welche zwiſchen Kalk und Kieſelerde hervorgebracht wird. Auch zeigt ſich dieſe Wirkung mit einer ſolchen Energie, daß ſie ſogleich eine heftige Expanſion veranlaßt, welche mit einer beträchtlichen Wärmeentwicklung verbunden iſt, und ſo lange man kein Hinderniß entgegenſtellt, widerſetzt ſie ſich jeder andern Verbindung bis die Verbindung mit Waſſer eine vollſtändige geworden.

Wenn endlich der Kalk vollſtändig in Hydrat verwandelt wurde und das Aufbrauſen beim Löſchen aufhört, ſo beginnt die Kieſelſäure, jedoch langſam, die ſchwächſte Baſe, die Thonerde, ſinken zu laſſen und unlösliche Silicate mit der ſtärkſten Baſe, mit dem Kalk, zu bilden, beſonders wenn ein Ueberſchuß von Baſe vorhanden iſt. Dieſe Wirkung wird nur eine ſchnelle, wenn das Löſchen mit einer Waſſermenge geſchah, welche größer iſt als diejenige Quantität, die zur Verwandlung des Kalks in Hydrat erforderlich iſt. Eine gewiſſe Quantität freien Waſſers ſcheint unumgänglich erforderlich, um die kieſelſaure Thonerde ſehr feucht zu machen, ſo daß ihre Wirkung erhöht und ein möglichſt vollkommenes Silicat gebildet wird.

Dieſer Punkt iſt vielleicht der wichtigſte der Theorie und Praxis der hydrauliſchen Kalke. Mit der Zeit beginnt die Kieſelerde ihre Wirkung zu äußern, und dies iſt die Zeit, wo man den Mörtel verwenden muß, weil in dieſem Moment der Kalk anfängt ſeine cohäſiven und bindenden Eigenſchaften (Eigenſchaften, welche dem Hydrat und nicht dem kieſelſauren Kalk angehören) zu verlieren. Nach Maßgabe als ſich das Silicat bildet, wird der Mörtel mehr oder minder zerreiblich und verliert am Ende ſeinen ganzen praktiſchen Werth.

Die Theorie beſtätigt auf eine ſehr merkwürdige Weiſe dieſen Erfahrungsſatz.

Die Cemente ſind Kalke, die nach dem Löſchen durch eine beträchtliche Beimiſchung fremder Materialien, beſonders Thonerde, welche jede Molecüle des Cements für ſich nimmt und ſie ſo zu ſagen iſolirt, und jene Heftigkeit neutraliſirt, mit welcher der Kalk auftreibt und ſich löſcht, unlöslich geworden ſind. Was die Verwandlung in Hydrat betrifft, ſo löſchen ſich die Cemente gerade ſo wie der Lias; indeſſen entwickeln ſie eine geringere Wärme, auch blähen ſie ſich weniger auf und brauchen dazu eine geringere Zeit. Aus dieſem Grunde beſitzt die Kieſelerde, nach der vorgeſchlagenen Theorie, in den Cementen nach Verhältniß als die repulſive Wirkung des Löſchens ſchwächer iſt, ein intenſiveres Wirkungsvermögen, was durch die Praxis im vollſten Maße beſtätigt wird, denn Jedermann iſt es bekannt, daß die dünn angemachten Cemente zerreiblich werden und in Folge der Bildung von Silicaten ihre ganze Kraft verlieren.

Da das Anmachen der Cemente im Moment der Verwendung ſtattfindet, ſo veranlaßt eine etwas größere Waſſermenge als die, welche durch das Löſchen ſtreng abſorbirt wird, die Wirkung der Kieſelerde dem Kalk gegenüber. Bei dem gewöhnlichen hydrauliſchen Kalk aber wie beim Lias, wo das verlängerte Löſchen ein lebhaftes Aufbrauſen mit einer großen Hitze entwickelt, findet man, daß der Mörtel, anſtatt wie ein Cement zu wirken, erſt am andern Tage nach neuem Umrühren verwendet werden kann. Der Mörtel iſt alsdann minder gut als der erſt zubereitete, was ſeinen Grund darin hat, daß ſich während der Zeit als er in der im Verhältniß zur Miſchung des Kalkes und Sandes größern Waſſermenge verblieben, eine gewiſſe Quantität Silicat gebildet hat, das ſich durch die ihm eigene Lockerheit kund gibt.

Man erſieht hieraus, daß vom theoretiſchen und praktiſchen Standpunkte aus der geeignetſte Moment zur Miſchung des hydrauliſchen Kalks mit dem Mörtel derjenige iſt, wo das Löſchen ſeine gänzliche Vollendung erreicht hat und daß dieſer Moment der Formation der Silicate vorangeht. Die zu beobachtende Hauptſache iſt demnach die folgende:

„Das Waſſer, das in die Löſchkaſten gegoſſen wird und mehr beträgt als dasjenige, welches man nothwendig zum Löſchen gebraucht, iſt das unerläßliche Mittel, um den Uebergang der Kieſelſäure, der Thonerde zum Kalkhydrat zu erleichtern."

Wenn der Mörtel angefertigt wird, bevor ſich der Kalk in vollſtändiges Hydrat verwandelt hat, ſo kann daraus ein mehr oder minder bemerkbares Aufquellen entſtehen. Wird er zu lange nachher angemacht, ſo läuft man Gefahr, daß er durch die vorzeitige Bildung von Silicaten locker wird

Digitized by Google

Bei den Londoner Docks hat man die Erfahrung gemacht, daß der ſtärkſte Liasmörtel aus gelöſchtem Kalk hergeſtellt wurde, den man dann mit 33 Procent ſeines Gewichts Waſſer vermiſchte. Da zwei Theile dieſes Waſſers verdunſteten oder verloren gingen, ſo hatte ſich das Gewicht des gelöſchten Kalks um die verbleibenden 31 Theile vermehrt. Dieſe Zahl überſteigt um 8 Procent diejenige Quantität Waſſer, welche chemiſch nothwendig iſt, um den Kalk zu löſchen; es ergab ſich aber, daß ein geringeres Gewicht Waſſer zu der Gefahr führte ein Aufquellen zu veranlaſſen. Nach dieſen Erfahrungen alſo drücken 8 Procent die Differenz aus, die zwiſchen den Reſultaten der Praxis und den Angaben der Theorie beſteht.

Es muß hier bemerkt werden, daß die Ausdehnung oder das Aufquellen eine conſtante Thatſache der Anwendung des lebendigen Kalks bei der Anfertigung des hydrauliſchen Mörtels iſt. Das Aufquellen iſt eine viel häufigere Erſcheinung als man im Allgemeinen glaubt; denn erſt, wenn das Werk ausgeführt worden, kann ſich dieſes Aufquellen bemerkbar machen, was jedenfalls dem Bau zum Nachtheil gereicht. Wenn man den Umfang des Schadens kennen lernen will, der durch dieſen Umſtand veranlaßt wird, braucht man nur zwei durch einen ſolchen Mörtel miteinander verbundene Ziegel wieder auseinander zu nehmen; es iſt dies das beſte Mittel, die praktiſche Qualität des Mörtels zu beſtimmen.

Der Kalk kann auf dreierlei Art gelöſcht werden:

1. durch Ausſetzen an die Luft,
2. durch Eintauchen in Waſſer,
3. durch die gewöhnliche Benetzung.

Die erſte Methode, das ſpontane Löſchen, wird in der Praxis nicht angewendet. Man müßte mehrere Morgen Terrain mit Kalk bedecken, um diejenige Maſſe, welche man zu größern Bauten gebraucht, der Wirkung der Atmoſphäre auszuſetzen. Wäre dies aber auch möglich, ſo müßte man dieſe Methode dennoch vermeiden, weil der auf dieſe Art gelöſchte Kalk niemals weder die Zunahme des Volums noch den Zuſtand der geringen Deſagregation erreicht, die für die ſchließliche Verwendung zum Mörtel ſo nothwendig ſind. Auf der andern Seite bietet die Oberfläche einer durch die Atmoſphäre gelöſchten Schicht Kalk eine Menge ſehr zerfallenen Kalks, weil die Feuchtigkeit, welche gezwungen iſt durch die obere Schicht zu ſtreichen, um in das Innere zu gelangen, die Oberfläche des Kalks zu löſchen beginnt und alsdann die Bildung von Silicaten veranlaßt; dies ſtimmt ganz genau mit der oben angedeuteten Theorie überein.

Man hat bei den von der Geſellſchaft der Londoner Docks angekauften Kalken oft ein ſpontanes Löſchen mit einer Zunahme des Volums von 7,5 bis 11,3 Procent bemerkt. Dies iſt der einzige Grund, warum der auf den Bauplätzen gebrannte Kalk beſſer befunden wurde als jeder andere von der Geſellſchaft der Docks angekaufte, und namentlich war er bei der Fabrication des Betons vortheilhaft, deſſen ſchnelles Erhärten viel von dem friſchen Löſchen des Kalkes abhängt.

Die beiden andern Löſchmethoden wurden in Bezug auf die erzeugte Quantität Kalk und die Kraft des daraus bereiteten Mörtels ſorgfältig beobachtet und unter ſich verglichen. Man wollte zu der Ueberzeugung gelangen, ob dieſe beiden Methoden ſo verſchieden ſind, wie es Vicat behauptet.

Es wurden beiläufig 406 Tonnen Lias durch Eintauchen und mehrere tauſend Tonnen durch Benetzen gelöſcht; es ergab ſich, daß beide Methoden, im Großen angewendet, ganz gleich waren, und nur durch die Koſten waren ſie verſchieden, welche ſich bei dem durch Eintauchen gelöſchten Kalk um 50 Procent höher beliefen, weßhalb man auf dieſe Methode verzichtete.

Was den Lias betrifft, den man in Wannen eintauchte, welche beiläufig 50 Kilogr. desſelben aufnahmen, ſo abſorbirte er die normale Waſſermenge, welche wie bei der gewöhnlichen Methode 33 Procent betrug, in beiläufig 15 Secunden. Bei den fetten Kalken, wo eine größere Waſſermenge ohne Beſorgniß vor Bildung von Silicaten hinzugefügt werden kann, iſt die Geſchwindigkeit, mit der ſich der Kalk löſcht, ein praktiſcher Einwurf gegen eine längere Unterſuchung. Dennoch iſt es möglich, daß Vicat ſeinen Kalk nicht ſo lange im Waſſer hielt, bis er ſich vollſtändig mit Waſſer geſättigt hätte.

Bei den beiden im großen Maßſtabe angewendeten Methoden ſind die Producte des Lias ohne Zweifel identiſch, und wenn man auf eine zweckmäßige Weiſe vorgeht, ſo erlangt der Kalk eine vollſtändige Sättigung. Uebrigens iſt es vernunftwidrig ſehr verſchiedene Reſultate zu erwarten, wenn man den Kalk in Waſſer eintaucht oder ihn damit benetzt; indeſſen hat die erſtere Methode den Vortheil, daß jede Molecüle des Kalks ihren vollſtändigen Antheil an der Sättigung mit Waſſer erhält, während der Erfolg der gewöhnlichen Methode viel von der Sorgfalt abhängt, welche die Arbeiter darauf verwenden. Und es iſt ſo wichtig, daß



Digitized by Google

das Löſchen des Kalks auf eine zweckmäßige Weiſe ausgeführt werde, da der Mörtel von Lias eine Cohäſionskraft von 2,10 Kil. pro Quadratcentimeter erreichen, aber auch nur eine ſolche von 0,70 Kil. und ſelbſt nach Belieben noch weniger haben kann, wenn man ſich nur im Geringſten von der Methode oder von der Dauer des Löſchens entfernt. Man kann daher nicht genug Sorgfalt und Wachſamkeit auf dieſe Operation verwenden.

Das Verhältniß der Miſchung bei einem Mörtel von Kalk und Sand iſt ein ſehr wichtiger Punkt, der nur am Bauplatze durch praktiſche Verſuche gehörig feſtgeſtellt werden kann. Dieſes Verhältniß bewegt ſich in den Grenzen von 1 zu 1 bis 1 zu 3 und es iſt unnütz hier weiter davon zu reden.

Die gründliche Kenntniß der Theorien der hydrauliſchen Kalke gewährt einen viel größern Beiſtand als die Tabelle der Verhältniſſe, die man bei gewiſſen mit Mörtel aufgeführten Werken angenommen hat; Verhältniſſe, welche ſicherlich bei andern Bauten nicht zweckmäßig ſein würden, und nur in einem Aide-Memoire angegeben ſein müſſen, um an die Quantität Sand zu erinnern, welche man angemeſſen verwenden kann. In der Praxis iſt das Verhältniß des Mörtels nicht weniger ſehr wichtig, es iſt aber vollſtändig unmöglich mit genügender Annäherung im voraus zu beſtimmen, welches für einen gewiſſen Gebrauch die beſten Verhältniſſe wären; ein Verſuch von mehreren Tagen wird die nöthigen Aufklärungen über dieſen Punkt gewähren. Bei den beſten Verhältniſſen aber wird man immer nur einen mittelmäßigen Mörtel erzeugen, wenn der Kalk nicht zweckmäßig behandelt worden iſt.

Nächſt dem Löſchen iſt in der Praxis des Mörtels der wichtigſte Punkt die erſte Erhärtung oder das „Binden“, das geringe Zeit nach der Anwendung dieſes Materials vor ſich geht. Dieſes Feſtwerden ſcheint einzig und allein der mechaniſchen Einſaugung des „Miſchungswaſſers“ durch die Capillarwirkung der poröſen Molecüle des Kalkes zugeſchrieben werden zu müſſen, und das Binden erfolgt langſam oder ſchnell, je nachdem es durch die Verdunſtung oder die chemiſche Wirkung entſteht.

Das Binden ſtellt ſich in vier eigenthümlichen Fällen dar:

1. beim Mörtel aus fettem gelöſchten Kalk, wo die Wirkung nicht chemiſch ſein kann, iſt das Binden rein mechaniſch;

2. beim Mörtel von lebendigem fetten Kalk iſt die Erhärtung wegen der Einſaugung eines Theils des Miſchungswaſſers, das in dem Kalkhydrat chemiſch integrirt wird, ſchneller;

3. bei dem Mörtel von gelöſchtem hydrauliſchen Kalk macht die allmählige Bildung eines unlöslichen Kalkſilicats die Erhärtung unter Waſſer möglich;

4. endlich bei Cement oder Mörtel aus lebendigem hydrauliſchen Kalk wird die Erhärtung unter Waſſer durch die Bildung desſelben Silicats ebenfalls ermöglicht und wird noch beſchleunigt durch die Abſorption des Miſchungswaſſers, das im Kalkhydrat integrirt wird.

Wenn man nur die vollſtändige Erhärtung betrachtet, ſo unterſcheidet ſich im Princip der erſte Fall nicht von dem letzten, obſchon ſich bei dieſem zwei getrennte chemiſche Wirkungen ereignen, welche bei gelöſchtem fetten Kalk unmöglich wären, nämlich die Verwandlung in Hydrat und die Bildung des kieſelſauren Kalks. Dieſe Thatſachen ſind aber bloß Nebenſachen der originalen mechaniſchen Einſaugung des Miſchungswaſſers.

Um die Wirkung der Erhärtung gründlicher zu analyſiren, muß man den dritten Fall unterſuchen, nämlich den Mörtel von gelöſchtem Lias, welcher für die gegenwärtige Abhandlung der wichtigſte Gegenſtand iſt.

Ein Kubikmeter Liasmörtel, welcher in 26 Minuten angefertigt wurde, erforderte (bei trockenem Sande) 274 Liter Waſſer, bevor er den gehörigen Grad der Conſiſtenz erreichte. Achtundzwanzig Kubikdecimeter dieſes Mörtels, welche demnach 7.70 Liter Waſſer enthielten, verloren beim Erhärten bloß 0,45 Liter durch Verdunſtung und es blieben 7,25 Liter Waſſer im Mörtel. Offenbar entſtand hier die Härte nicht durch eine längere Austrocknung; eben ſo wenig war irgend ein Theil Waſſer chemiſch entfernt worden, um Kalkhydrat zu bilden, weil der bei dem Verſuche angewendete gelöſchte Lias 8 Procent über jene Waſſermenge enthielt, welche zur Verwandlung in Hydrat nothwendig war. Die mechaniſche Einſaugung allein kann die in einem trockenen und ſcheinbar feſten Kubus eingeſchloſſenen 7,25 Liter Waſſer erklären.

Folgende Erklärung der Art und Weiſe des Erhärtens ſcheint annehmbar zu ſein.

Der zum Anmachen des Mörtels präparirte Kalk beſteht in dieſem Falle aus einem Agregat von poröſen Molecülen, welche, praktiſch genommen, als trocken betrachtet werden können, weil ſie nur 8 Procent nicht verbundenes Waſſer enthalten. Auf der andern Seite beſteht der Sand aus Partikeln, welche ihrer Natur nach undurchdringlich, wohl aber wegen der Capillarwirkung fähig ſind eine ge-

Digitized by Google

wiſſe Quantität Flüſſigkeit in ihren Zwiſcheuräumen anzuziehen. Die Aſchen, die Puzzolaue u. ſ. w. ſind wie der Kalk poröſe Subſtanzen, welche Waſſer in verſchiedenen Graden abſorbiren, wenn alle dieſe Stoffe mit Waſſer gemiſcht werden; der eben angefertigte Mörtel beſteht aus Körnern von Sand, Aſchen und Puzzolane, welche in eine Löſung von Kalk eingehüllt ſind, die durch die ſich daſelbſt befindende Kalkmaſſe geſättigt und verdickt iſt. Dieſe Körner ſind alſo vor der unmittelbaren Berührung des Waſſers geſchützt und vergleichungsweiſe trocken. Wenn man aber die Wanne ausgießt und der Mörtel ſich ſelbſt überlaſſen iſt, ſo übt der in ſeiner Maſſe ſuspendirte trockene Stoff bald eine mächtige Haarröhrchenanziehung aus und zieht, ſo viel er es vermag, die Flüſſigkeit der dicken Kalklöſung an ſich, indem um jedes Sandkorn eine feſte Rinde von Kalkniederſchlag verbleibt, die man „kryſtalliſirt“ nennen könnte. Die Aſchen bringen eine ähnliche Auffaugung des Waſſers hervor, was auch die Urſache ihres Gebrauches iſt.

Wenn die Poren des Kalks im Stande ſind eine beträchtliche Menge des Miſchungswaſſers aufzunehmen, ſo geht das Erhärten des Mörtels ſchnell vor ſich; im entgegengeſetzten Falle bleibt er dünn und teigig, bis ihm die Verdunſtung zu Hülfe kommt.

Die Auffaugung des Waſſers bewirkt in dem Mörtel eine Contraction von $^1/_{10}$ des urſprünglichen Volums, und es wird dadurch ſeine Härte vergrößert, indem ſeine Molecüle inniger miteinander verbunden werden. Bei den vorerwähnten 38 Kubikdecimetern Mörtel bleiben 7,25 Liter Waſſer immer frei; vom chemiſchen Standpunkte aus indeſſen ſind ſie mechaniſch in den Poren des Kalks und den andern einer Auffaugung fähigen Subſtanzen eingeſchloſſen, was auch nothwendig iſt, um der Wirkung der Kieſelerde das richtige Medium zu liefern; ein Theil der Flüſſigkeit kommt, wie die Arbeiter ſehr gut wiſſen, wieder zum Vorſchein, wenn der Mörtel ein zweitesmal angerührt wird.

Bei der Eintauchungsmethode bemerkt man dieſelben Erſcheinungen; nur hat das Erhärten weniger Dichtigkeit, bis die eingeſchloſſenen Waſſermolecüle hinreichend geſchützt und durch die mehr oder minder ſchnelle Bildung des kieſelſauren Kalks zurückgehalten werden. Wenn der Mörtel in freier Luft bleibt, ſo erhärtet anfänglich das Aeußere mit Hülfe der Verdunſtung; iſt er aber eingetaucht, ſo bleibt die Oberfläche in Folge der auflöſenden Wirkung des Waſſers auf den nicht geſchützten Kalk weich, während die Erhärtung der ganzen Maſſe mit einer beinahe gleichförmigen Geſchwindigkeit vor ſich geht. Es iſt beinahe unnütz die Bemerkung zu machen, daß der Mörtel im Falle der Eintauchung niemals trocknet, ſeine Poren bleiben ſtets mit Waſſer geſättigt, die Zellen aber erhärten allmählig und werden bald ganz unlöslich.

Ein ungewöhnliches Aufquellen, verurſacht durch den vorhandenen ungelöſchten Kalk, kann während der Periode des Erhärtens die Agregation der Molecüle offenbar weſentlich modificiren, und aus dieſem Grunde dürfte es auch leicht verſtändlich ſein, warum das ſchnellſte Erhärten bei dem Mörtel ſtattfindet, der mit lebendigem Kalk oder Cement angefertigt wurde. Ein beträchtlicher Theil des Miſchungswaſſers in den oben erwähnten 38 Kubikdecimetern Mörtel wird alsdann auf chemiſchem Wege entfernt, um das Kalkhydrat zu bilden; die Folge davon iſt alſo eine viel geſchwindere Erhärtung als in dem Falle, wo die Verdunſtung allein der mechaniſchen Auffaugung zu Hülfe kommt.

Dieſe chemiſche Auffaugung des Waſſers findet indeſſen zum Nachtheil der Wirkung der Kieſelerde ſtatt, welche alsdann unvollkommen iſt. Aus dieſem Grunde kann ein ſchnell erhärtender Cement eine geringere Stärke haben als ein allmählig bindender, wie man aus der hier folgenden Tabelle erſehen kann, welche die praktiſchen Reſultate von Verſuchen enthält, die mit verſchiedenen Cementen gemacht wurden. Die vier verglichenen Cemente ſind nach der Ordnung ihrer Erhärtungsgeſchwindigkeit dargeſtellt; die Zahlen geben pro Quadratcentimeter die Kraft in Kilogr. an, welche angewendet werden mußte, um die paarweiſe verbundenen grauen Ziegel nach Verlauf von einer, von zwei, drei und vier Wochen nach ihrer Verbindung mit dem Cement zu trennen. Die Verſuche wurden nicht über einen Monat ausgedehnt, weil dieſe Periode bei den Cementen zur Erfüllung des Zweckes der Kieſelerde ſehr genügend erſchien. Die geringe Zunahme der Cohäſionskraft endlich nach Verlauf von vier Wochen muß der Wahrſcheinlichkeit nach in dem durch die Verdunſtung entſtehenden Waſſerverluſt ihren Grund haben.

Tabelle der Kräfte, welche nothwendig waren, um die mit Cement verbundenen Ziegeln voneinander zu trennen.

1. Nach Verlauf der erſten Woche:

| | |
|---|---|
| Medina-Cement . . . . . | 1,62 |
| Cement von Atkinſon . . . . . | 1,62 |
| „ „ Harwich . . . . . | 0,98 |
| „ „ Portland . . . . . | 1,05 |



Digitized by Google

| | |
|---|---|
| 2. Nach Verlauf der zweiten Woche: | |
| Medina-Cement . . . . . | 1,90 |
| Cement von Atkinſon . . . . | 1,97 |
| „ „ Harwich . . . . . | 1,41 |
| „ „ Portland . . . . . | 2,32 |
| 3. Nach Verlauf der dritten Woche: | |
| Medina-Cement . . . . . | 2,04 |
| Cement von Atkinſon . . . . . | 2,11 |
| „ „ Harwich . . . . . | 1,83 |
| „ „ Portland . . . . . | 3,37 |
| 4. Nach Verlauf der vierten Woche: | |
| Medina-Cement . . . . . | 2,11 |
| Cement von Atkinſon . . . . . | 2,18 |
| „ „ Harwich . . . . . | 2,39 |
| „ „ Portland . . . . . | 4,15 |

Man erſieht aus dieſer Zuſammenſtellung deutlich, von welchem Nachtheil in Bezug auf den zu erreichenden Cohäſionsgrad ein ſchnelles Erhärten ſein kann, wenn eine zu große Quantität Waſſer abſorbirt wird, die zur Bildung der Silicate ſo nothwendig iſt. Eben ſo unliebſame Wirkungen bemerkt man, wenn das Miſchungswaſſer dem Mörtel mittels trockner und poröſer Subſtanzen entzogen wird; ſo wurde z. B. die Cohäſionskraft eines Mörtels erſter Claſſe, der zwiſchen blauen verglaſten Ziegeln von Staffordſhire mit ziemlich ebenen Flächen, binnen 40 Minuten erhärtete, mit 2,80 Kilogr. pro. Quadratcentimeter nach Verlauf von 6 Monaten befunden, während die Cohäſion der härteſten Stücke grauer Ziegel, ſelbſt wenn ſie dem Gebrauche gemäß vorher in Waſſer getaucht wurden, nur 2,53 Kilogr., alſo 10 Procent weniger, betrug. Bei geglätteten Ziegeln war die Adhäſion noch geringer, nämlich 1,26 Kilogr. oder 55 Procent unter der der blauen Ziegeln.

Es ſind mit Mörtel von fettem Kalke, der durch ſchützende Kieſelerde mittels einer künſtlichen Miſchung von Puzzolane verſtärkt wurde, ſehr bedeutende Werke ausgeführt worden. In gewiſſen Fällen iſt dieſe Methode vortheilhaft, doch wird ihre Anwendung durch den hohen Preis guter Puzzolane ſehr koſtſpielig gemacht, und es wird daher der Gebrauch derſelben bei einem vollſtändigern Verſtändniß der Theorie des natürlichen hydrauliſchen Kalks wohl beſchränkt werden, mit Ausnahme jener Fälle, wo eine unmittelbare Eintauchung nothwendig iſt. Der ganze Werth dieſer Subſtanz beſteht in ihrer Coexiſtenz mit der kieſelſauren Thonerde des Lias. Indeſſen kann eine geringe Quantität Puzzolane dem Lias mit Vortheil zugeſetzt werden, um das Verhältniß der Kieſelerde zu vermehren, wenn dieſe in dem natürlichen Kalk ungenügend iſt. Man hat dieſe Operation bei den neuen Werken der Londoner Docks häufig ausgeführt.

Murray führt in ſeiner Abhandlung über die Docks von Sunderland an, daß er den Lias ohne Aufquellen, jedoch nachdem er gelöſcht war, angewendet habe. Andere Ingenieure haben ſich ebenfalls überzeugt, daß die Anwendung des lebendigen Liaskalkes ohne Zweifel einen gewiſſen Grad von Aufquellen und Lockerheit hervorbringe; man gab daher dieſen Gebrauch auf.

Der einzige Vortheil dieſes Materials beſteht in der ſchnellen Erhärtung, und wenn dieſe Bedingung abſolut nothwendig iſt, ſo kann man keinen beſſern und ſicherern Cement finden.

Bei den Leuchtthürmen von Bell-Rock und Skerrivore, wo der Kalk von Aberthaw ſo vortheilhaft zur Anwendung kam, wurde der Mörtel in kleinen Quantitäten angemacht und das Umrühren desſelben wurde ſo lange fortgeſetzt, bis das ganze Aufquellen bewirkt war, bevor man den Mörtel verbrauchte.

Der verſtorbene Rendel, welcher bei der Brücke von Larg den Anfang mit lebendigem Kalk machte, endete ſeine Laufbahn an den Londoner Docks, wo er den ſeit zehn Tagen gelöſchten Lias verwendete. Er löſchte ſeinen Kalk nach dem oben erklärten Princip mit der genau nothwendigen Waſſermenge und jedes Uebermaß desſelben vermeidend. Auf dieſe Art erzielte er nicht bloß eine vollſtändige Löſchung, ſondern er vermied auch die Bildung von Silicaten, die ſich immer ergibt, wenn ein Uebermaß von Löſchwaſſer vorhanden iſt. Theoretiſch iſt dieſe Methode die Vollkommenheit ſelbſt und die Praxis hat ſie beſtätigt.

Es iſt indeſſen nothwendig zu bemerken, daß der Zwiſchenraum von zehn Tagen trotz des Falles einer mit außerordentlicher Sorgfalt bewirkten Löſchung nicht der zweckmäßigſte iſt, bevor man den gelöſchten hydrauliſchen Kalk verwendet. Wenn ein Uebermaß von Waſſer ſtattfand, ſo iſt dieſer Zeitraum zu lang, war die Waſſermaſſe aber zu ſchwach, ſo iſt er zu kurz. In keinem Falle übrigens wurde der Kalk ſo vollkommen befunden, als wenn er mit 33 Procent ſeines Gewichts Waſſer gelöſcht und nach Verlauf von einer Woche verwendet wurde. Zwiſchen den obigen Grenzen laſſen die verſchiedenen hydrauliſchen Kalke je nach ihrer eigenthümlichen Conſtitution gewiſſe Abweichungen zu.

Bisher iſt in dieſer Abhandlung nur von der Härte geſprochen worden, welche der Mörtel während der Periode des Bindens erlangt; es bleibt nur noch die Erhärtung zu

Digitized by Google

erörtern, welche die Zeit mit ſich bringt. Das Binden iſt eine Arbeit von einigen Stunden, höchſtens von einigen Tagen; die Erhärtung iſt das Werk mehrerer Jahre.

Alle Mörtel erhärten gewöhnlich mehr oder minder durch die Aufſaugung der Kohlenſäure, welche im Waſſer oder frei in der Atmoſphäre aufgelöſt iſt, und dieſes Binden kann vom Anfange an, je nach dem Falle, durch die Bildung von Silicaten begünſtigt werden. Die Natur ſtrebt dahin, um jedes Sandkorn herum den primitiven Kalkſtein wiederherzuſtellen, doch gelingt ihr das nicht vollkommen, denn es iſt noch nie beobachtet worden, daß der Mörtel ſein volles Aequivalent Kohlenſäure wieder angezogen hätte. Alter Mörtel, römiſcher oder anderer, liefert den klaren Beweis, daß ſein Vorzug in der langſamen Aufſaugung der Säure liegt, und es würde unverſtändig ſein, wenn man glauben wollte, daß der Mörtel der modernen Ingenieure ſchlechter ſei als der von ehemals, da die Theorie desſelben jetzt beſſer bekannt iſt als früher. Indeſſen kann man die unendliche Sorgfalt nicht ableugnen, welche die Römer bei der Anfertigung ihres Mörtels anwendeten und welche die Folge ihrer großen Kenntniſſe vom Waſſerbau war.

Die Kohlenſäure dringt auf zwei verſchiedene Arten in den Mörtel eines Ziegelmauerwerks ein, und zwar:

1. durch die Zwiſchenräume der Fugen und Schichten, ſo wie durch die Poren des Mörtels;

2. durch die Verbindung von Molecüle zu Molecüle.

Die Entfernung, bis zu welcher dieſes Eindringen auf die beiden genannten Arten vor ſich geht, iſt überraſchend. Bei dem neulichen Abbruch der Mauer des London-Docks behufs des Baues einer neuen Schleuſe überzeugte man ſich, daß die Kohlenſäure durch die ganze Stärke des vor 30 Jahren aufgeführten Mauerwerks, welche 1m85 betrug, gedrungen war.

In der minder alten Mauer des Baſſins von Shadwell, welche eine Stärke von 3m30 hatte, war die Durchdringung noch unvollſtändig im Centrum und an der Seite des Kai, vollſtändig aber in der an die Vorderſeite anſtoßenden Schicht; ein Riß, welcher deutlich zu erkennen war, hatte das Eindringen der Säure begünſtigt.

Die Geſchwindigkeit, mit der die Kohlenſäure an einem Punkt eindringt, hängt ſehr von der mehr oder minder glatten Oberfläche der Materialien und der Quantität des in dem Mörtel ſich befindenden Sandes ab. Durch die Fugen des Mauerwerks von kleinen Quadern oder Ziegeln dringt ſie in einem Monat 12 Millimeter tief ein; bei dem Stein von Anſton (ähnlicher Textur) findet das Eindringen noch ſchneller ſtatt, während die Kohlenſäure in einer Fuge des Steins von Bramley-Fall, von Granit oder anderem dichtkörnigen Stein in derſelben Zeit 38 Millimeter vordringt. Es iſt alſo keinem Zweifel unterworfen, daß die Unebenheit der Flächen ein Hinderniß für das Eindringen der Kohlenſäure iſt; nach der Meinung des Autors aber bildet das Vorhandenſein von Kieſelſäure noch ein größeres Hinderniß; der Kalk bildet dann ein partielles Silicat und ſcheint folglich weniger Wahlverwandtſchaft für eine neue Säure zu zeigen.

Man hat ſich überzeugt, daß die Geſchwindigkeit des Eindringens der Kohlenſäure durch einen Mörtel augenſcheinlich im umgekehrten Verhältniß des vorhandenen Antheils von Kieſelerde abhängt; je ſtärker dieſer Antheil in dem kieſelſauren Kalk iſt, je mehr Widerſtand ſetzt er der Kohlenſäure entgegen. Bei dem Romancement und bei dem Cement von Portland hat das in vier Monaten ſich gebildete Häutchen von kohlenſaurem Salz eine Stärke von 3 Millimetern, und beim Lias 6 Millimeter, bei dem Dorking 9 Millimeter, während der gewöhnliche kreidehaltige Kalkſtein, in welchem die Kieſelerde ſehr ſchwach oder Null iſt, nach Verlauf derſelben Zeit eine Kruſte von kohlenſaurem Kalk von 12 Millimeter Stärke hatte. Die Verſuche wurden in der Art angeſtellt, daß für jeden Fall Flächen von beinahe gleicher Textur vorhanden waren.

Dieſe Theorie beſtätigt die allgemein angenommene Meinung, daß der Liasmörtel mit der Zeit eine größere Härte erlangt als die Cemente; in der That iſt dieſer Mörtel ein ſchwächeres Silicat als der eigentliche ſogenannte Cement, und folglich muß er für die Kohlenſäure eine größere Wahlverwandtſchaft zeigen; auch wird ſeine Erhärtung nach Verlauf einer gewiſſen Zeit vollſtändiger ſein, obwohl das Verhältniß an Kieſelerde, das in einem Cement enthalten iſt, das anfängliche Binden dieſes letztern kräftiger macht.

Die bedeutende Adhäſionskraft, die zwiſchen den Cementen und dem Kalkſtein, beſonders den Oolithen beſteht, hat zu der von Burnell *) getheilten Meinung geführt, daß die Kohlenſäure von dem Cement abſorbirt wird, der ihn alſo von dem Kalkſtein trennt. Die in dieſer Abhandlung angegebenen Unterſuchungen beweiſen die Richtigkeit dieſer Meinung in Betreff der Aufſaugung der Kohlenſäure. An Blöcken von verſchiedenen Materialien bei den Vergröße-

*) Elementarabhandlung über Kalke, Cemente, Mörtel, Betons, Kitte, Gips ꝛc. in 8. Weale in London, 1850.

Digitized by Google

rungsarbeiten der Londoner Decks, welche ſorgfältig mit einer Schicht Liasmörtel umkleidet wurden, ſo daß ſie ſo vollſtändig als möglich von der Atmoſphäre geſchieden waren, machte man nach der Stärke des Mörtels einen ſcharfen Riß, und nach Verlauf eines Monats unterſuchte man die Fugen und fand, daß die Kohlenſäure durch das ganze Mauerwerk an allen Stellen in den Mörtel eingedrungen war, wo er von dem Stein weggenommen werden konnte, und die Wirkung dieſer Säure war nicht bloß oberflächlich wie es bei einer geringen mit dem Mörtel in Berührung ſtehenden Steinfläche der Fall geweſen ſein würde, ſondern die Durchdringung reichte ſichtlich mehrere Millimeter von der äußern Fläche ein, obſchon die Einführung auf eine ſolche Tiefe materiell unmöglich wäre. Wie man es vorausſehen konnte, zeigten die Granitblöcke von Bramley-Fall, die Blöcke von Ziegeln und flachem Bruchſtein keine Spur von Kohlenſäure, während man ſolche beim Anſton, bei dem Bruchſtein von Kent und beim Lias fand. Bei dem Portland war die Wirkung ſehr bedeutend ausgeſprochen, dennoch war die Säure in den Theilen, wo die Unebenheit der gebrochenen Flächen den Mörtel verhindert hatte den Stein ganz genau zu berühren, unmerkbar, was den Beweis liefert, daß die Berührung der Materialien weſentlich und die Iſolirung von der Atmoſphäre unerläßlich iſt.

Das alte Mauerwerk hat nicht ſo viel Säure gezeigt als das, welches kürzlich abgebrochen wurde. Um alſo ein genaues Verhältniß zwiſchen der Art, wie die Flächen in Berührung gebracht werden müſſen, und zwiſchen derjenigen aufzuſtellen, wie ſich die Kohlenſäure von einer zur andern fortpflanzt, hält es der Autor für vernünftig anzunehmen, daß die Säure manchmal auf die entſtehende Adhäſion Einfluß ausübe; er kann aber nicht zugeben, daß ſie die veranlaſſende Urſache der bedeutenden Adhäſion iſt, die zwiſchen dem Mörtel oder dem Cement und dem Stein von Portland ſtattfindet. Selbſt der Schlamm zeigt dieſelbe Tendenz zur Adhäſion unter Verhältniſſen, bei denen von dem Einfluß der Kohlenſäure keine Rede ſein kann. Die verſchiedenen Grade der Textur und der Poroſität genügen zur Erklärung der Ungleichheit der Adhäſion der Cemente mit den oben angeführten probirten Steinen.

Zu den Unterſuchungen, welche der Gegenſtand der gegenwärtigen Abhandlung ſind, gehören auch einige Proben, die man mit Subſtanzen angeſtellt, welche manchmal zur Verwendung als hydrauliſcher Mörtel vortheilhaft erſcheinen; der hydrauliſche Werth derſelben ſcheint aber einzig von der Menge der Kieſelerde abzuhängen, die ihnen in ihrer gewöhnlichen Form beigemengt iſt. Einige derſelben geben in Verbindung mit fettem Kalk anfänglich ſcheinbar gute Reſultate, beſonders bei einem in beſchränktem Maßſtabe gemachten praktiſchen Verſuche, und dies iſt auch die Urſache, warum man ſie manchmal, jedoch mit Unrecht, als wirklich hydrauliſche Stoffe betrachtet hat.

Oefters hat das irrthümliche Reſultat ſeinen Grund einfach in dem mechaniſchen Schutz, welcher dem Kalk durch deſſen innige Vermiſchung mit einem unlöslichen Staub verſchafft wird; in andern Fällen entſteht es durch die Aufſaugung einer gewiſſen Menge von Löſchwaſſer. In beiden Fällen aber wird der Mörtel nach Verlauf einer gewiſſen Zeit weich und verliert ſeine ſcheinbare Unlöslichkeit. Der Pariſer Gips z. B. abſorbirt nicht bloß das Waſſer, indem er ſich in Hydrat verwandelt, ſondern er ſaugt um ſo mehr Waſſer auf als er ſchneller bindet; dennoch könnte man eine ſolche Subſtanz nicht hydrauliſch nennen, obſchon man öfters die eben erwähnte Eigenſchaft benutzt hat, um bei mangelndem Cement die Mörtelfugen neuer Bauten damit zu beſchützen.

Die Rolle, welche die Thonerde in der Theorie der Kieſelerde ſpielt, iſt die eines Vehikels, welches im Stande iſt, unter einer paſſenden Form die Kieſelerde im Kalk darzuſtellen; ein Auskunftsmittel, welches vortheilhafter iſt als das einer kräftigern Baſe, die ſich nicht ſo leicht von ihrer Säure trennen würde. Die Kieſelerde indeſſen verliert nicht ihre ganze Thonerde, ſie behält einen kleinen Theil derſelben bei, ſo daß ſich ein doppeltes Silicat von Thonerde und Kalk bildet, woraus ein beſſeres Product als das einfache Kalkſilicat entſteht. Doppelte Silicate beſtehen nur in der Natur, wo man ſie in vollſtändigſter Bildung in der ganzen Familie der Zeolithen findet, von welcher der hydrauliſche Mörtel nur ein unvollkommenes Glied iſt. Ein ähnliches doppeltes Silicat trifft man in dem Mandelſtein bei Glasgow; der grüne Stein derſelben Localität enthält ein dreifaches Silicat von Kalk, Alaunerde und Magneſia, dem man die Benennung „Stellit“ gegeben hat.

Die reine Thonerde, beſonders im gallertartigen Zuſtande, iſt nicht fähig, einen fetten Kalk wirklich hydrauliſch zu machen, obſchon ſie ihn mechaniſch auf eine ſo hinreichende Art in Schutz nimmt, daß er unter Waſſer erhärtet.

Der Braunſtein hat eine Zeit für hydrauliſch gegolten, doch iſt man von dieſer Meinung zurückgekommen, nachdem man ſich überzeugt hat, daß die Wirkung dieſes Stoffes, von welcher Art ſie auch ſein mochte, von der mit dem Braunſtein verbundenen Kieſelerde herſtammt. Guyton de Mor-

Digitized by Google

veau behauptete, daß der Braunſtein ein Agens der Verdichtung des hydrauliſchen Mörtels ſei, und es iſt merkwürdig, in dem von Rennie und Stewenſon im Jahre 1806 erſtatteten Bericht über die zum Bau des Leuchtthurms von Bell-Rock zu verwendenden Materialien den Braunſtein ausdrücklich empfohlen zu ſehen.

Das Eiſen mit ſeinen Oxyden wurde ebenfalls lange Zeit als nützliche Hülfstruppen des hydrauliſchen Mörtels betrachtet. So wurde die Eigenſchaft der Puzzolane und des Romancements dem dieſe Subſtanzen färbenden Eiſen zugeſchrieben. Der Verfaſſer hat es daher für nothwendig gehalten, den vermeintlichen hydrauliſchen Eigenſchaften des Eiſens eine beſondere Aufmerkſamkeit zu widmen, und das Reſultat ſeiner Unterſuchungen hat ihn zu der Ueberzeugung geführt, daß das Eiſen praktiſch keineswegs hydrauliſch iſt. Sein Gebrauch als mechaniſch zuſammenziehend iſt mehr als zweifelhaft; ja in einigen Fällen iſt es poſitiv ſchädlich, da es die Desagregation und den Bruch des Mauerwerks veranlaßt.

Auf den erſten Blick ſcheinen beſondere Umſtände die hydrauliſche Kraft dieſes Metalles zu beſtätigen, z. B. die Dichtigkeit, welche es dem Mörtel mittheilt. Wenn Waſſer, das mit Eiſenoxyd geſchwängert iſt, durch eine Kiesſchicht filtrirt wird, ſo ſetzt es langſam auf jeden Kieſel eine metalliſche Kruſte ab und erzeugt dort eine Concretion, die ſich auf eine andere Weiſe niemals bilden würde. Dieſe Wirkung iſt aber nur eine rein mechaniſche, und ſelbſt in dieſer Beziehung beſteht keine Aehnlichkeit zwiſchen dieſem nach und nach erfolgenden und mehrere Jahre dauernden Niederſchlage und der geringen Quantität Eiſen, die in den Kalk dringt und noch durch deſſen Miſchung mit Sand oder jedem andern Stoffe entkräftet wird. Wenn gleich die Puzzolane ohne Zweifel ihre Farbe dem Eiſen verdankt, ſo gilt doch nicht daſſelbe ihrer Cohäſionskraft, und um dies zu beweiſen, hat man Puzzolane drei Tage lang in Salzſäure kochen laſſen, bis der größte Theil des Eiſens verſchwunden und die vollſtändige Entfärbung dieſes Stoffes eingetreten war; gleichwohl hatte die Puzzolane, wie fetter Kalk unter Waſſer verwendet, nichts von ihrer Bindekraft verloren; der damit angemachte Mörtel wurde übrigens minder zerreiblich befunden. Es iſt alſo hieraus zu ſchließen, daß die Wirkung der Salzſäure offenbar die moleculaire Conſtitution der Puzzolane modificirt hatte, indem ihr etwas Thonerde genommen wurde; der Verſuch hat aber bewieſen, daß das Eiſen keineswegs ein hydrauliſches Agens iſt.

Man hat häufig Eiſenfeilſpäne mit großen Koſten mit dem Mörtel vermiſcht; dennoch iſt dieſes Material poſitiv ſchädlich. Nach Verlauf von einiger Zeit hat ſich in der That die Oxydation ohne irgend eine hydrauliſche Wirkung mit Begleitung eines Aufquellens gebildet, welches das Aufſpringen und Abſprengen des Mörtels verurſacht; ein Uebelſtand, der alle Vortheile annullirt, welche mit der höhern Dichtigkeit des Metalles verbunden ſein könnten.

Wenn man Hammerſchlag oder Glühſpaun verwendet, ſo erreicht dieſer mühſamer einen höhern Grad der Oxydation und verurſacht ein geringeres Aufquellen. In dieſer Form kann das Eiſen vortheilhafter verwendet werden, um dem Kalk eine größere Fläche unlöslichen Stoffes darzubieten, um die herum er ſich anlegen kann; dennoch gibt ſich durchaus keine hydrauliſche Wirkung kund.

Häufig vermiſcht man auch Mennige ſo wie die durch das Röſten gewonnenen Producte des Thoneiſenſteins mit dem Mörtel, beſonders in Schottland; es enthalten aber dieſe Subſtanzen einen beträchtlichen Antheil von Kieſel- und Thonerde, obgleich unter einer der minder günſtigen Formen.

Man hat auch die Beimiſchung mit Schlacken verſchiedener Art verſucht und man hat ſie ſchwach hydrauliſch befunden, und zwar weniger wegen der darin enthaltenen Quantität Metall als wegen des Antheils von Thonerde, welche dem Erz anhängt. Die Schlacken eines Puddelofens, welche wenig Kieſelerde, wohl aber viel Eiſen enthalten, haben niemals bewirken können, daß der fette Kalk unter Waſſer bindet. Der verglaſte Zuſtand, den die Kieſelerde in Folge der Bildung eines wirklichen kieſelſauren Kalks in dieſen Schlacken zeigt, verhindert beinahe gänzlich jede ſpätere Wirkung dieſer Subſtanz. Auch haben dieſe Schlacken einen viel geringern Werth als die Puzzolane.

Die Architekten vermiſchen Aſche mit dem Mörtel, um ihm eine Farbe zu geben, manche Ingenieure aber aus dem Grunde, daß er mehr Dichtigkeit erhalte und unter dem Waſſer ſchneller binde. In beiden Beziehungen iſt die Beimiſchung eines mäßigen Gewichts von Aſche vortheilhaft, denn die Poroſität der Aſche vermehrt die Cohäſion des Mörtels und macht ihn fähig dem Auswaſchen des Waſſers Widerſtand zu leiſten, obgleich dieſer verhältnißmäßig friſch iſt; übrigens ſaugt ſie einen Theil des überſchüſſigen Miſchungswaſſers auf und begünſtigt folglich die Beſchleunigung der Erhärtung. Indeſſen iſt die Aſche nur in Folge einer mechaniſchen Wirkung hydrauliſch, es ſei denn, daß ſie von irgend einer bituminöſen Kohle herrühre. Man muß ſich dann auf einen gewiſſen Grad chemiſcher Wirkung

Digitized by Google

gefaßt machen, beſonders in dem Falle, wo der Kalk und die Kohle miteinander gebrannt wurden.

Nach langwierigem Zerſtoßen werden die Schlacken vollſtändig in Staub verwandelt; auch dürfen ſie nur in geringen Quantitäten dem hydrauliſchen Mörtel beigemengt werden. Wenn die Steinkohle durch das Brennen nicht poröſe geworden iſt und man ſie mit dem Mörtel vermiſcht, ſo wird dadurch eine verderbliche Wirkung hervorgebracht.

Die mit verſchiedenartig angewendeter Talkerde gemachten Verſuche ſind weniger befriedigend ausgefallen als man es nach dem Bericht des „Board des Officers" von Madras vom Jahre 1835 hätte erwarten ſollen. Die Magneſia muß einige Zeit erhärten, bevor ſie unter Waſſer gebracht werden kann. Die Eintauchung trägt nicht viel zu ihrer Erhärtung bei, es ſei denn, daß ſie Kieſelerde enthalte; es ſcheint aber, daß ihre Erhärtung einer beträchtlichen Aufſaugung des Miſchungswaſſers und dem Umſtande zuzuſchreiben iſt, daß die Magneſia minder löslich iſt als der Kalk. Denkt man nun noch an die Schwierigkeit zu erklären, wie dieſe Subſtanz als hydrauliſches Agens wirken kann, wenn dies nicht unmittelbar ſtattfindet, indem ein dreifaches Silicat gebildet wird, obgleich ſie weniger geeignet iſt, die Kieſelſäure in dem Kalk darzuſtellen, und daß ſie die allgemeine Magerkeit des dolomitiſchen Kalkſteins theilt, ſo darf man wohl mit Recht zweifeln, daß die Talkerde, ſelbſt in geringer Quantität, die hydrauliſchen Kalke unterſtützen könnte, während man kühn behaupten kann, daß ſie ihnen bei ſtarker Beimiſchung nachtheilig iſt.

Es dürfte hier am Platze ſein, über den Kalk, nicht bloß in wiſſenſchaftlicher Beziehung, ſondern auch mit Rückſicht auf die den Ingenieur intereſſirenden Reſultate, beſonders in jenen Gegenden, wo noch hydrauliſcher Kalk entdeckt werden ſoll, genauere Angaben zu machen.

In dem nachſtehenden Bericht über die Mörtel, welche für die neuen Bauten der Geſellſchaft der Londoner Docks angefertigt wurden, iſt zuvor zu bemerken, daß man den Arbeitslohn nicht berechnet hat, welcher auf den verſchiedenen Bauplätzen variirt; alle andern Koſten aber für Materialien, Fabrication, Aufſicht, Reparaturen ſind in Rechnung geſtellt. Die Belege wurden im Sommer und Winter 1856 mit der größten Sorgfalt geſammelt, und man darf ſie für neun Monate des Jahres als ſehr genau, für die drei Wintermonate aber mit einem geringen Mehrbetrag betrachten. Der höhere Preis des Arbeitslohnes in London, die bedeutende Fracht für den Kalkſtein, die Nothwendigkeit Kohks oder Kohle von Welſh zu conſumiren, waren Veranlaſſung, daß die Koſten höher ſtiegen als in andern Localitäten, was beſonders von dem lebendigen Kalk gilt. Weiterhin aber wird man die kurz gefaßte ſtatiſtiſche Darſtellung eines ſehr vollſtändigen Koſtendetails finden, worin der Arbeitslohn und die Koſten für die verſchiedenen Operationen der Fabrication des Liasmörtels enthalten ſind. Mit Hülfe dieſer Analyſe laſſen ſich überall die Koſten berechnen.

Mit Ausnahme der dem Waſſer nicht ausgeſetzten, aus grauem Stein erbauten Werke wurde beſtändig der blaue Lias angewendet. Der aus den Grafſchaften Warwick und Leiceſter kommende Liaskalk wurde probirt; der von der Geſellſchaft der Docks gebrannte Stein aber war immer der von Lyme-Regis, den man ſo rein als möglich und frei von Porzellanerde wählte. Die Thonerde iſt bei dem hydrauliſchen Kalk weſentlich, doch ſollte deren Antheil 30 Procent nicht überſteigen, welches Verhältniß oft größer iſt als die Porzellanerde und den Kalk einem Cement nähern würde. Eben ſo darf der Thon keine Rinden um den Stein bilden, ſondern er muß in der Maſſe zerſtreut ſein, damit jede Kalkmolecüle in unmittelbare Berührung mit der Kieſelerde tritt. Der Vorzug des Kalks von Aberthaw hat darin ſeinen Grund, daß ihm dieſe thonhaltige Kruſte von dem Meere genommen wurde, während der Landlias den Uebelſtand hat, daß er zu viele freie Thonerde enthält; der Kalk wird dadurch freilich hydrauliſcher, verträgt aber den Sand weniger als der von Lyme-Regis.

| | |
|---|---|
| Der zu den Docksbauten gewählte Lias koſtete pro Tonne von 1000 Kilogr. . . . . | 5,28 Fr. |
| Die Transportkoſten von der Themſe bis zum Bauplatz pro Tonne . . . . . | 7,14 „ |
| Der Kalk wurde von einer Dampfmaſchine ausgeladen, pro Tonne . . . . . | 0,36 „ |
| Koſten für das Wiegen pro Tonne . . . | 0,05 „ |
| Endlich der Transport deſſelben Kalks per Achſe . . . . . | 0,52 „ |
| Sämmtliche Koſten der 1000 Kil. Kalk bis zu den Oefen . . . . . | 13,35 Fr. |

Die von der Baugeſellſchaft erbauten Kalköfen hatten eine ovale Form, mit einer innern Höhe von 6m25 über den Roſten, einer Breite von 4m30, die aber nach oben und unten abnimmt, ſo daß ſie an der Spitze nur 3m50, unter dem Fuß aber 1m50 betrug. Jeder Ofen enthielt beiläufig 200 Tonnen; er war von feuerfeſten Ziegeln erbaut und außerhalb mit eiſernen Ankern umſchloſſen. Wenn das Brennen im Ofen zweckmäßig geleitet wurde, ſo betrug der Abfall des ſchlecht gebrannten Kalks ſelten 1½ Procent

Digitized by Google

Da die Steinkohle von Newcaſtle zu viel Rauch erzeugt, ſo verwendete man die Kleinkohle von Belsk, welche pro Tonne von 1000 Kilogramm 27,30 Fr. koſtete. Zu 11¼ Tonne Kalkſtein brauchte man 1 Tonne Kohle, und unter den günſtigſten Umſtänden fand man das Verhältniß von 1 zu 13 hinreichend. Man verſuchte auch das Brennen mit Kohle, was aber eine Mehrausgabe von 8 Procent veranlaßte; durch das lebhafte und kräftige Feuer desſelben wurden einige Steine zerſprengt, in denen man freie Kieſelerde mit leicht geſchmolzenem kieſelſauren Kalk vorfand, was das Entbinden der Kohlenſäure verhinderte; auch hat man bei Anwendung von Kohle zum Brennen des hydrauliſchen Kalks eine Miſchung des letztern mit einem ſtarken Verhältniß von Schlacke zu erwarten.

Die Steinkohle und der Stein, die zu Stücken von paſſender Größe zerſchlagen wurden, lud man mittels eines Krahnes in die Mörteltonnen.

Das Einſetzen der Steinkohle und des Kalks koſtete im Ganzen pro Tonne von 1000 Klgr. Miſchung 1,86 Fr.

(In dieſen Preis ſind mitinbegriffen der Lohn für zwei Heizer und 0,05 Fr für mechaniſche Kraft.)

Das Ausnehmen von 513,517 Kilogr. lebendigen Kalks, zum Löſchen bereit, koſtete 68,06 Francs, folglich pro Tonne . . . . . 0,13 „

Die geſammten Koſten zur Erzeugung von 87½ Tonnen lebendigen Kalks betrugen 2609,54 Francs, folglich pro Tonne . . . . . 29,82 „

Zu dieſer Quantität wurden erfordert 147,32 Tonnen Stein mit 12,80 Tonnen Kohle.

Das Schwinden im Ofen variirte von $^{1}/_{10}$ bis $^{1}/_{20}$.

Der Verluſt an Gewicht belief ſich auf 40,63 Kilogr. pro 100.

In beiden Oefen wurden täglich 42,70 Tonnen Kalk gebrannt, welche 25,40 Tonnen lebendigen Kalk ergaben, die für 74 Kubikmeter Mörtel erſter Klaſſe hinreichten, welche 24m20 gelöſchten Kalk enthielten.

Zur Fabrication des Betons wählte man die am beſten gebrannten und friſcheſten Stücke, die mittels einer Noria mit blechernen Schaufeln von der Maſchine der Mörteltonnen in Bewegung geſetzt, aufgenommen und in einen Rumpf geſchüttet wurden, wo ſie durch Walzen mit Kannelirungen gebrochen wurden, bevor ſie unter die Mühlſteine kamen.

Die Mörtelmühle beſtand aus zwei Paar gewöhnlichen franzöſiſchen Mühlſteinen von 1m50 Durchmeſſer; ſie arbeitete mit einer Geſchwindigkeit von 90 Umgängen pro Minute, und mit jedem Paar wurden pro Stunde 3,048 Tonnen verarbeitet; jeder Theil Kalk blieb folglich ¾ Minuten unter dem Mühlſtein, welche Zeit 60 Umgängen entſpricht.

Die Mühlſteine effectuirten die obigen Leiſtungen, wenn ihre Haupthauſchläge mit der Excentricität von 127 Millim. verzeichnet waren, d. h. wenn ſie einer mit dem Mühlſtein von 127 Millim. Halbmeſſer concentriſchen Peripherie tangirten. Eine größere Entfernung würde die Leiſtung der Mahlſteine erhöht, jedoch das erzeugte Material nicht verbeſſert haben.

Die Bedienung des Rumpfes und der Noria koſtete 1 Fr. 50 pro Tonne. Für eine Kalkerzeugung von 12 Tonnen pro Stunde betrugen die Koſten für die mechaniſche Kraft 1,50 Fr. pro Tonne, und berückſichtigt man die Wirkung der Conſtruction und die zum Nachhauen der Mühlſteine erforderliche Zeit, ſo beliefen ſich die ganzen Koſten auf 3,09 Fr. pro Tonne von 1000 Kilogr.

Beim Herauskommen aus der Mühle hatte der Kalk 963 Kubikdecimeter und die Koſten betrugen 32,08 Fr. pro Tonne; nach Verlauf von einigen Tagen gedieh er dermaßen, daß er 1m054 oder 1m01 pro Tonne maß, was dem Normalvolum des von der Baugeſellſchaft gekauften Kalks gleich kam.

Der Kalk fängt das Einſaugen des Waſſers gleich nach dem Herausnehmen aus dem Ofen an; durch das Mahlen wird die Hydratiſation und folglich das Aufquellen begünſtigt.

100 Tonnen blauer Lias wiegen 101,600 Kilogr.,
59,37 „ lebendiger Kalk wiegen 60,320 „
52,70 „ Staubkalk meſſen 57m0,
102,00 „ gelöſchter Kalk meſſen 110m27,

und es werden daraus erzeugt:

an Mörtel erſter Klaſſe zu Ziegelmauerwerk 177m0,
„ „ zweiter „ 200m70,

Eine Tonne von 1000 Kil. blauen Lias gibt:

593 Kil. lebendigen Kalk,
571 Centimeter gelöſchten Kalk,

oder 1m74 Mörtel erſter Klaſſe zu Ziegelmauerwerk, oder 1m98 Mörtel zweiter Klaſſe.

Dieſe eben genannten Verhältniſſe haben ſich oft bewährt und ſind die Durchſchnitte von mehreren Tauſenden von Tonnen.



Digitized by Google

Der zu löſchende Kalk wurde in Schichten von 18 Centimeter Stärke gelegt; die nothwendige Waſſermenge wurde mit Sorgfalt und ſo oft als möglich darüber gegoſſen; das beſte Verhältniß ſtellte ſich mit 33 Procent des Gewichts vom Kalke oder mit 336 Liter pro Tonne heraus.

Das correſpondirende Volum des gelöſchten Kalks variirte von 1m82 bis 1m97; das Aufquellen betrug gewöhnlich 72 Procent des Kalkſteins und 100 Procent des Kalkpulvers. Gleiche Gewichte von derſelben Gattung gaben immer dieſelben Gewichte gelöſchten Kalks.

Gleich nach dem Löſchen, und zwar ſo ſchnell als möglich, wurde der Kalk mit der Schaufel in Behälter von etwa 23 Kubikmetern geworfen, deren Oberfläche mit einer 25 Millimeter ſtarken Sandſchicht bedeckt wurde. An jeden Behälter wurde eine Tafel mit der Angabe geheftet, an welchem Tage der darin befindliche Kalk gelöſcht wurde.

Auf dieſe Art behandelt konnte die Anwendung des Lias auf eine Woche und ſelbſt auf 10 Tage hinausgeſchoben werden, ohne daß eine vorzeitige Bildung von Silicaten zu befürchten war. Es hängt aber dieſe Zeit ausſchließlich von der beim Löſchen beobachteten Sorgfalt ab, denn bei dem geringſten Uebermaß von Waſſer läuft der Kalk Gefahr zu verderben.

| | |
|---|---|
| Das Löſchen auf die gewöhnliche Art koſtete pro Tonne lebendigen Kalks . . . | 0,46 Fr. |
| Die ſämmtlichen Koſten pro Kubikmeter gelöſchten Kalk beliefen ſich auf . . . . | 16,85 „ |
| Das Löſchen durch Eintauchen koſtete pro Tonne von 1000 Kilogr. . . . . | 0,65 „ |

Von 336 Litern Waſſer, die zum Löſchen verwendet wurden, gingen 20 Liter durch Verdunſtung verloren, 236 Liter gingen durch chemiſche Verbindung in den latenten Zuſtand über, die übrig bleibenden 80 Liter oder 8 Procent des Kalkgewichts wurden mechaniſch abſorbirt wie bereits erwähnt wurde. Dieſes Verhältniß iſt die zwiſchen der Theorie und der Praxis beſtätigte Abweichung.

Der Motor, den man zum Ausnehmen des Kalks, zur Bewegung der Noria's und der Mörtelmühle verwendete, war eine vortreffliche Dampfmaſchine von 35 Pferdekr., conſtruirt von Hall in Dartford. Früher benutzte man dieſe Maſchine in einer nächſt der neuen Schleuſe gelegenen Getreidemühle. Ihre Betriebskoſten beliefen ſich täglich auf 29,62 Francs.

Die vier Mörtelmühlen, die in jener Zeit arbeiteten, wo die gegenwärtige Berechnung aufgeſtellt wurde, hatten Durchmeſſer von 2m10; jede beſtand aus zwei Steinen von 1m20 Durchmeſſer und 0m45 Stärke, eingefaßt mit Blechbändern von 44 Millim. Stärke. Der normale Inhalt jeder Mühle betrng beiläufig 19 Kubikcentimeter, die Zahl der Umgänge 40 pro Minute. Jede Mühle erzeugte bei Tag- und Nachtarbeit in 24 Stunden 55 Kubikmeter Mörtel.

Als die Conſumtion auf dem Bauplatze bedeutender wurde, legte man noch zwei andere Mühlen von je 3m5 Durchmeſſer und beiläufig 38 Kubikcentimeter Inhalt an. Alle ſechs Mühlen vermochten daher leicht in je 24 Stunden 76 Kubikmeter Mörtel zu liefern; die eine Mühle gebrauchte man übrigens ausſchließlich zur Anfertigung des Betonmörtels, deſſen Durcheinanderarbeiten längere Zeit in Anſpruch nahm.

Die Unterhaltungs- und Erneuerungskoſten der Bodenplatten der Mörtelmaſchinen ꝛc. beliefen ſich wegen der außerordentlichen Härte des Sandes auf . 1085,20 Fr. für eine Kubikmaſſe von . . . . . 2826m68, folglich pro Kubikmeter, der in 20 Minuten zubereitet wurde, 383 Fr.

Der Mörtel erſter Klaſſe, den man zu allem Mauerwerk verwendete, das 5m50 über dem höchſten Waſſerſtande der Themſe liegt, bot die nachſtehenden Verhältniſſe:

| | | |
|---|---|---|
| 3,5 | Theile | gelöſchten Lias, |
| 4,5 | „ | geſiebten Sand, |
| 0,5 | „ | Aſche, |
| 0,5 | „ | Puzzolane |
| Zuſammen 9,0 | Theile. | |

Dieſe Materialien wurden in 40 Minuten miteinander vermengt und umgerührt.

Die Contraction oder das Schwinden betrug 41 Procent des Volums der trocknen Stoffe.

Die Koſten beliefen ſich auf 23,58 Fr. pro Kubikmeter der in die Maſchine geſchütteten Maſſe. Zu dieſen Koſten gehörten:

| | |
|---|---|
| Ankaufspreis der Materiälien . | 19,80 Fr. |
| Fabricationskoſten . . . . | 4,50 „ |
| Zuſammen | 23,58 Fr. |

Die Aſchen und der Sand koſteten ungefähr 2,92 Fr. und die Puzzolane 5,92 Fr. pro Kubikmeter. Dieſe letztere war von der möglichſt beſten Qualität und wurde in gepulvertem und geſiebtem Zuſtande unmittelbar von Civita-Vecchia bezogen.

Man gebrauchte die Puzzolane nicht, um die Waſſerbeſtändigkeit des Mörtels, ſondern die Kraft des Silicats bei den Fundamentirungsarbeiten zu erhöhen.

Digitized by Google

Der Mörtel erſter Klaſſe für Ziegelmauerwerk oberhalb des niedrigen Waſſerſtandes hatte dieſelben Verhältniſſe wie der obige; ſeine Durcheinandermengung dauerte aber nur 20 Minuten und das Schwinden betrug 38 Procent. In dieſem Falle koſteten die Materialien pro Kubikmeter 18,25 Fr. Die Fabrication koſtete 2,75 Fr., und die ganzen Koſten des Mörtels (18,25 + 2,75) 21,0 Fr. pro Kubikmeter.

Bei dem Mörtel zweiter Klaſſe zum Bruchſteinmauerwerk zwiſchen dem niedrigen und dem hohen Waſſerſtande, ſo wie für das Mauerwerk aus Kentſteinen, die man zur Bekleidung der Betonmauern des Baſſins verwendete, gab es folgende Verhältniſſe:

3,5 Theile gelöſchter Lias,
5,5 „ Sand
0,5 „ Puzzolane
Zuſammen 9,0 Theile.

Dieſe 20 Minuten miteinander vermiſchten Stoffe zeigten ein Schwinden von 34 Procent.

Die Koſten des Mörtels entfallen folgendermaßen:

| | |
|---|---|
| Ankauf der Materialien . . | 16,47 Fr. |
| Fabrication (wie oben) . . . | 2,75 „ |
| Koſten pro 1 Kubikmeter Mörtel zweiter Klaſſe . . . . . | 19,22 Fr. |

Der Mörtel zweiter Klaſſe zu Ziegelmauerwerk zwiſchen dem hohen und niedrigen Waſſerſtande enthielt keine Puzzolane. Das Verhältniß war 3½ zu 6, da der Sand oft ſo rein war, um ihn von 3 Theile auf 6 Theile zu ſteigern.

Wie in dem vorliegenden Falle war das Schwinden 34 Procent und die Herſtellungskoſten betrugen 14,70 Fr., nämlich:

| | |
|---|---|
| Ankauf der Materialien . . | 11,94 Fr. |
| Arbeitslohn für die Fabrication . . | 2,76 „ |
| Zuſammen | 14,70 Fr. |

Der nach den oben angegebenen Verhältniſſen angefertigte Mörtel erſter Klaſſe erhärtete von vier bis ſechs Tagen unter Waſſer; fehlte aber die Puzzolane, ſo dauerte dies zwei Tage länger und der Mörtel war minder feſt als im erſten Falle.

Wenn man ſchon vorräthigen Kalk verwendete, ſo koſtete der Mörtel pro Kubikmeter 1,65 Fr. weniger, war aber um 10 Procent ſchwächer.

Alle dem Waſſer nicht ausgeſetzten Baulichkeiten wurden mit Mörtel aus mehr oder minder grauem Kalkſtein ausgeführt; bei dem beſten Mörtel wurde dieſer Kalk mit Lias gemiſcht; man verwendete ihn allein bei dem Mörtel dritter Klaſſe, von minderer Qualität. Es waren daher dieſe beiden Gattungen billiger als die Mörtel der erſten und zweiten Klaſſe, beſonders bei der Anwendung auf die gewöhnliche Weiſe. Da aber dieſe Mörtel nicht hydrauliſch waren, ſo halten wir uns bei denſelben nicht weiter auf.

Die Anfertigung des Mörtels mit ſchweren Mühlſteinen iſt in verſchiedener Beziehung vortheilhaft; es werden nämlich die Stoffe beſſer vermiſcht und der Mörtel erhält eine größere Stärke und Dichtigkeit; es iſt anzunehmen, daß die Durcheinandermengung um ſo vollkommener wird als man ſie längere Zeit fortſetzt; was aber die Adhäſionskraft und die Dichtigkeit des fabricirten Materials betrifft, ſo hat der Nutzeffekt des Zerkleinerns eine Grenze, deren Beſtimmung ein wichtiger Punkt dieſer Abhandlung iſt.

Wenn man 100 als das Maß der größten Adhäſion des Mörtels erſter Klaſſe mit dem grauen Stein annimmt, ſo findet man, daß die Adhäſion des mit der Kalkkrücke fabricirten Mörtels einen verhältnißmäßigen Werth hat von . . . . . 42

Eine Verarbeitung in der Mörtelmühle von

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 20 Minuten oder 280 Umgängen ergibt . . . | | | | 70 |
| Eine ſolche von 40 Minuten oder 560 Umgängen | | | | 100 |
| „ „ „ 1 Stunde | „ | 840 | „ | 90 |
| „ „ „ 4 Stunden | „ | 3360 | „ | 77 |
| „ „ „ 10 „ | „ | 8400 | „ | 52 |

Man erſieht hieraus, daß die größte Adhäſion der 40 Minuten dauernden Verarbeitung mit 560 Umgängen, und daß die größte Variation um dieſes Maximum den 20 Minuten mehr oder minder correſpondirt. Die Adhäſion des mit der Maſchine fabricirten Mörtels iſt doppelt ſo groß als bei dem mit der Kalkkrücke hergeſtellten, und bis zu einer gewiſſen Grenze iſt die mechaniſche Verarbeitung bei weitem vortheilhafter; treibt man ſie aber zu weit, ſo wird ſie ſchädlich, denn der Sand wird vollſtändig zermalmt und es wird ihm der Zuſammenhang mit den kleinen Steinſtücken geraubt, aus denen der Mörtel eigentlich beſteht. Die durch ein längeres Zerreiben entſtehende Erhitzung und die größere Waſſermenge, welche hinzugethan wird, um den Mörtel zu temperiren und um ihn zu verhindern, daß er zu dick und zu trocken wird, begünſtigen die vorzeitige Bildung von Silicaten und bewirken daher die Untauglichkeit des Mörtels.

Was die Zunahme der Dichtigkeit betrifft, die ſich durch die Vermengung in Folge des Schwindens der trockenen



Digitized by Google

Stoffe ergibt, ſo hat man ſich ebenfalls davon überzeugt, daß hier eine beſtimmte Grenze beſteht.

Nachdem man den Mörtel eine Stunde umgerührt, nahm man ihn ſtets in demſelben verdickten Zuſtande heraus; mit Erſtaunen aber gewahrte man, daß die Dichtigkeit der Maſſe geringer wurde, ſtatt daß ſie zunehmen ſollte; gleichwohl war der Kalk vollſtändig gelöſcht worden und man hatte kein Aufquellen zu fürchten, das durch ein ſchlechtes Löſchen entſtehen kann.

Verſuche, die mit der größten Sorgfalt fortgeſetzt wurden, beſtätigten die obige Entdeckung; die folgende Tabelle gibt darüber eine klare Anſchauung; man erſieht daraus das bei einem Mörtel erſter Klaſſe am Ende von nacheinander folgenden Vermiſchungsperioden beobachtete Schwinden, wobei zu bemerken iſt, daß der Mörtel nicht bloß gemeſſen, ſondern auch jedesmal gewogen wurde, bevor man ihn in den Apparat ſchüttete.

| | | |
|---|---|---|
| Der mit der Kalkkrücke zubereitete Mörtel zeigte ein Schwinden von | . . . . . | 30 Proc. |
| d. Maſchinenmörtel n. Verlauf v. | 20 Min. . . | 38 „ |
| „ „ „ „ „ | 40 „ . . | 41 „ |
| „ „ „ „ „ | 1 Std. . . | 42 „ |
| „ „ „ „ „ | 1 „ 20 Min. | 39 „ |
| „ „ „ „ „ | 1 „ 40 „ | 37 „ |
| „ „ „ „ „ | 2 Stunden . | 36 „ |
| „ „ „ „ „ | 4 „ . . | 35 „ |
| „ „ „ „ „ | 10 „ . . | 33 „ |

Man erſieht hieraus, daß der Mörtel ſein Dichtigkeitsmaximum nach einer Stunde oder 840 Umgängen, kurze Zeit nachdem er ſeine größte Cohäſionskraft erreicht, erlangt hat; die beiden Phänomene gingen alſo, wenigſtens ſo viel man wünſchen kann, gleichzeitig vor ſich.

Nach einer Durcheinandermengung von 10 Stunden, wenn dieſe einen Theil ihrer Kraft verloren hat, gewann der Mörtel 14 Procent an Volum, welche Aufquellung ſich durch das aufgeblähte Anſehen und durch das Anfühlen bemerkbar machte.

Im Anfange ſchien ſich der nach einer langen Umrührung vom Waſſer entleerte Mörtel an der Luft gehörig halten zu wollen; wenn man aber die ihm zugeſetzte Waſſermenge mit dem Gewicht eines vollen Troges in den verſchiedenen Epochen des Verſuchs verglich, ſo fand man, daß die $^4/_5$ dieſes merkwürdigen Aufquellens durch die Auffaugung des Waſſers in die Maſſe der durcheinander gearbeiteten Miſchung und das letzte Fünftel durch die eingeſchloſſene Luft entſtand. Die Aufblähung ſchien permanent zu ſein, und die Erhärtung des alſo geſättigten Mörtels ging mit außerordentlicher Langſamkeit vor ſich.

Dieſe Verſuche führen zum Beweis einer wichtigen Thatſache, daß es nämlich unnütz und unvorſichtig iſt, den in genügenden Verhältniſſen gemiſchten Mörtel über 50 bis 60 Minuten zu verarbeiten, wenn man ihm gleichzeitig ſein Maximum von Cohäſion und Dichtigkeit verſchaffen will.

---

Am Schluſſe des obigen Vortrages legte Hr. Georg Robertſon der Geſellſchaft der Civilingenieure in London Probeſtücke von allen bei den Docks- und einigen andern öffentlichen Bauten verwendeten Mörteln vor, unter andern eines, welches Eiſen enthielt, deſſen Oxydation dem Mörtel ſeine ganze Kraft genommen hatte. Gleichzeitig legte er eine Probe vor, an welcher die Thatſache der Verglaſung des Kieſels während des Brennens im Ofen deutlich zu erſehen war. Endlich wies er auch Fragmente von Lias und Beton von Portland vor, die zu den Baſſinmauern verwendet worden; das erſte derſelben enthielt ſechs Theile Sand auf einen Theil Staubkalk, und das zweite neun Theile Sand auf einen Theil Portland-Cement.

Die Discuſſion der vorſtehenden Theorie veranlaßte eines der Mitglieder, Hrn. White, zu einigen Bemerkungen über die Calcination der Cemente bei hoher Temperatur und beſonders jenes Materials, das unter dem Namen Portlandcement bekannt iſt, deſſen Eigenſchaften einen ſo großen Ruf genießen. „Man hat, ſagte er, das Phänomen des Bindens und Erhärtens der Cemente durch die Bildung eines doppelten Silicats von Kalk und Thonerde erklärt, welches von den Chemikern allgemein angenommene Princip auch vollkommen annehmbar iſt. Die Conſequenz dieſer, wenn genauen Theorie iſt die, daß je inniger die Verbindung der Kieſel- und der Thonerde mit dem Kalke, deſto vollkommener auch der Cement ſein muß, der durch dieſe Verbindung entſteht; und da die Wärme das unmittelbare Agens dieſer Verbindung iſt, ſo darf man annehmen, daß das Phänomen mit einer Intenſität vor ſich geht, die der Quantität der angewendeten Wärme proportional iſt. Um dieſe Meinung anſchaulicher zu machen, dürfen wir nur die drei Kathegorien von Subſtanzen betrachten, aus denen der Portlandcement beſteht; jede derſelben hat in ein und demſelben Ofen einen verſchiedenen Grad von Calcination erlitten. Dieſe Typen könnte man nennen: ungebrannt, gebrannt und zu ſtark gebrannt. Nun bemerkt man bei einem ungebrannten

Digitized by Google

Stück, daß es unvollkommen der Kohlenſäure beraubt iſt und daß es, wie ſeine lichte Farbe und ſeine geringe ſpecifiſche Schwere beweiſt, Kalk in freiem Zuſtande enthält, welcher da er weder mit der Kieſelerde noch der Thonerde verbunden iſt, die Feuchtigkeit leicht abſorbirt und ſich unter Waſſer vollſtändig auflöſt. In dieſem Falle konnte ſich das Kalk- und Thonerdeſilicat nicht bilden, und es entſteht daraus ein unvollſtändiger Cement, der ſich durch eine glänzende gelbe Farbe, mittelmäßiges ſpecifiſches Gewicht, durch ein unmittelbares Binden und eine unvollkommene Erhärtung charakteriſirt."

„Alle Oefen erzeugen eine gewiſſe Quantität „ungebrannten" Cements, der an und für ſich zu keinem Gebrauche geeignet iſt, den man aber vortheilhaft mit dem oben erwähnten „zu ſtark gebrannten" Cement" vermiſchen kann.

„Der zweite, der gut „gebrannte" Cement, iſt derjenige, der den größten Theil einer Ofenfüllung bildet; er wird bis zu einem gewiſſen Punkt des Schmelzens calcinirt und gibt für alle Fälle einen vollkommenen Cement. Die innige Verbindung der Elemente iſt das Reſultat der Wirkung des Feuers; ſeine Härte iſt jedoch nicht von der Art, daß er in der Mühle nicht zu Pulver zerrieben werden könnte. Wenn er gemahlen iſt, ſo hat er eine matte blaugraue Farbe, ein ſpecifiſches Gewicht von 3,00, mehr als das Doppelte desjenigen des „ungebrannten" Cements; er bindet in 10 bis 20 Minuten und mit einer Cohäſionskraft, die der des Portlandſteines gleich iſt."

Dies ſind die Eigenſchaften des beſten Portlandcements, und in praktiſcher Beziehung läßt ſich auch nicht mehr wünſchen. In theoretiſcher Hinſicht aber kann ein zur rechten Zeit „gebrannter" Cement nicht als vollkommen betrachtet werden, wenn darin Kalk in freiem Zuſtande verbliebe und wenn die Verbindung nicht vollſtändig und chemiſch vor ſich gegangen wäre."

„In dem dritten Falle, dem des „zu ſtark gebrannten" Cements, ähnelt das unter dieſem Namen erzeugte Product hinſichtlich der Härte einem Felsſtück und widerſteht einem eiſernen Werkzeuge. Dieſer Cement zeigt eine vollkommene Verbindung des Kalks mit der Kieſel- und der Thonerde und enthält keinen freien Kalk. In theoretiſcher Hinſicht iſt dies die Vollkommenheit ſelbſt, praktiſch aber iſt er ganz ohne Nutzen. Die Wärmemenge, welche zur Erzeugung dieſes Productes nothwendig iſt, iſt eine enorme, und man hat deßhalb auf dieſes Mittel verzichten müſſen. Durch das Zerreiben dieſes Materials werden die Mühlſteine ſchnell abgenutzt, und ſelbſt, wenn man von dieſen Uebelſtänden abſieht, würde der daraus gebildete Cement nur nach Verlauf von mehreren Tagen binden und man müßte ihm Kalk beimiſchen, um die Aufſaugung des Waſſers zu erleichtern. Hat er aber einmal ſeine Bindekraft erlangt, ſo erhält er die Härte des Gußeiſens, iſt jedoch praktiſch bei Bauten nicht zu verwenden."

„Es exiſtirt alſo eine gewiſſe Grenze für den zweckmäßigſten Grad der Calcination, und man muß lieber eine annäherungsweiſe Verkieſelung des Kalks als eine vollſtändige zu erreichen ſuchen. Dies iſt die für die Praxis zu befolgende Regel. Um dieſen mittlern Grad der Calcination haben ſich alle Beſtrebungen der Fabricanten concentrirt, obſchon es bei großen Operationen unmöglich iſt zu vermeiden, daß ſich in ein und demſelben Ofen nicht „ungebrannter" oder „zu ſtark gebrannter" Cement bilde. Die allgemeinen Dimenſionen des Ofens müſſen nach dem zweckmäßigſten Grad der Calcination berechnet werden, während die andern miteinander vermiſchten Producte noch gute Reſultate liefern können."

„Es iſt von Wichtigkeit zu bemerken, daß dieſer hohe Grad der Calcination nur bei Cementen angewandt werden kann, welche 60 bis 71 Procent Kalk enthalten. Aus dieſem Grunde iſt es ohne Zerſetzung nicht möglich, den natürlichen oder den Romancement zur Verglaſung zu bringen, welcher 40 bis 50 Procent Thonerde enthält und durch Feuer leicht vernichtet wird. Wenn er geſchmolzen oder „gefloſſen" iſt, wie die Arbeiter ſagen, ſo hat dieſer Cement dieſelben Eigenſchaften wie der „zu ſtark gebrannte" Portlandcement. Die Verkieſelung wird vollſtändig, die Eigenſchaft des Bindens aber iſt vernichtet, und man muß alsdann die Calcination der natürlichen Cemente auf die Austreibung der Kohlenſäure beſchränken, deren Wirkung darin beſteht, dem ſchnell bindenden Cement einen mittlern Grad von Härte zu verſchaffen."

„Man hat beobachtet, fährt Hr. White fort, daß bei dem gut fabricirten Mörtel ein Streben beſteht, den Grad der Conſiſtenz des Steins, welcher den Kalk lieferte, wieder aufzunehmen. Dasſelbe geſchieht bei den Cementen; der natürliche oder der Cement von Harwich iſt nicht härter als der Stein, aus dem er gewonnen wurde, und der letzte Grad der Erhärtung des Cements von Portland ſteht im Verhältniß zu der Dichtigkeit, welche durch die Calcination des Urſtoffes erzeugt wird. Theoretiſch kann man die Calcination ſehr weit treiben; man hat aber geſehen, daß man dieſe Operation in Bezug auf Oekonomie und die Erfor-

Digitized by Google

derniſſe der Praxis zwiſchen gewiſſen Grenzen einſchließen muß."

„In Bezug auf die Frage des Erhärtens muß man an die Theorie des ausgezeichneten deutſchen Chemikers Pettenkofer erinnern, wenn man die Härte und die nicht reichlichen Eigenſchaften des Cements von Portland erklären will. Dieſer Gelehrte hat ſich durch mikroskopiſche Unterſuchungen überzeugt, daß die Structur des Portlandcements eine blätterartige iſt, während die der natürlichen Cemente Bayerns als eine körnige erſcheint. In dem erſten Falle ſchloß er, daß die Molecüle des Portlandcements ſich an allen Punkten berühren, während im zweiten Falle bloß einige Punkte miteinander in Berührung kommen und Zwiſchenräume entſtehen, welche die Auffaugung und folglich die Desagregation durch den Froſt u. ſ. w. veranlaſſen. Hr. White legte eine Probe von Ziegeln vor, die mit Portlandcement verbunden waren, deſſen Farbe nach mehrmonatlichem Liegen im Waſſer beinahe ſchwarz geworden war. Verglich man dieſe Verbindung mit einer erſt kürzlich gemachten, ſo fand man, daß die Bildung des kieſelſauren Kalks auf naſſem Wege eine allmählige Operation iſt, welche Zeit in Anſpruch nimmt, um auf eine vollſtändige Art ausgeführt zu werden.

Was nun den Umſtand betrifft, ob das Vorhandenſein des Eiſens in Verbindung mit den Kalken und Cementen ihre Waſſerbeſtändigkeit erhöht, ſo zweifelt Hr. White, daß ſich irgend eine Wirkung dieſer Art erzeuge; er iſt ſelbſt der Meinung, daß das Eiſen unter dieſen Verhältniſſen eher die Zerſetzung des Mörtels veranlaſſen würde. Der größere Theil der Cementſteine enthält 3 bis 7 Procent Eiſen, und wenn das auf ſolche Art combinirte Eiſen eine vortheilhafte Wirkung auf den Cement äußerte, ſo würde dies wahrſcheinlich während der Erhärtung in Folge ſeiner chemiſchen Vertheilung in der Maſſe ſtattfinden, was man nicht verwechſeln darf mit der Vermiſchung von Eiſenfeilſpänen, welche man dem Mörtel beimiſcht, um in demſelben eine rein mechaniſche Rolle zu ſpielen wie die Körner des kieſelhaltigen Sandes unter denſelben Verhältniſſen. Dieſe Thatſache iſt durch die Verſuche Robertſons mit der Puzzolane hinlänglich bewieſen worden, welche durch ein langes Sieden in Salzſäure ihres Eiſens vollſtändig entledigt von ihren hydrauliſchen Eigenſchaften nichts verloren hatte und gerade eben ſo erhärtete wie in Verbindung mit dem Eiſen.

Nach der Ausſage des Hrn. White iſt neuerdings ein Cement aus einem Stein fabricirt worden, welcher chromſaures Eiſenoxyd enthält. Da das Eiſen anfänglich entfernt und der Ueberreſt gebrannt und zerrieben worden, ſo war dieſer feſte und dauerhafte Cement durch den Verluſt ſeines Eiſens ſo geſchwächt worden, daß er kaum zum Mörtel zu gebrauchen war. Dieſer Uebelſtand iſt allen Cementen eigen, welche 10 bis 15 Procent Eiſen enthalten, hat aber durchaus keinen Einfluß auf das Erhärten. Die Sache reducirt ſich nach allem auf eine Koſtenberechnung, und in dieſer Beziehung iſt die Vermiſchung des Eiſens, ſei es in Form einer Löſung oder als Feilſpäne und Hobelſpäne, mit künſtlichen Cementen, Mörteln oder Betons, in der Abſicht die Erhärtung dieſer Materialien zu begünſtigen, vollſtändig unpraktiſch.

Ein anderes Mitglied, Hr. Pearſale, ſpricht die Meinung aus, daß die Eigenſchaften des Eiſens bei ſeiner Vermiſchung mit Mörteln und Cementen noch nicht gehörig aufgeklärt ſind, und es ſei wohl vernünftig anzunehmen, daß die Wirkung des Eiſens im Mörtel der einer über Papier geſtrichenen Miſchung von Leim und Staub oder arabiſchem Gummi ähnlich ſei; einzeln haben dieſe Subſtanzen beinahe gar keine Bindekraft; vereinigt aber wirken ſie ſehr bedeutend. Die Kraft des Eiſenoxyds hat darin ihren Grund, daß das letztere, da es ſich im Zuſtand der erſten Oxydationsſtufe befindet, zur zweiten Oxydationsſtufe übergeht; in dem gewöhnlichen Falle des Eiſens zeigt es ſich gewöhnlich in Begleitung des Schwefels. Wenn Pyriten in der blauen Thonerde vorhanden ſind, ſo bildet ſich zuvörderſt ein ſchwefelſaures Eiſenoxyd; denn bei dem lebendigen Kalk verbindet ſich die Schwefelſäure mit dem Kalk, um ein Material von bemerkenswerther Dichtigkeit zu bilden. Als Beiſpiel von der Cohäſionskraft des Eiſens führt Hr. Pearſale einen blechernen Keſſel an, aus dem anfänglich durch irgend eine Fuge Waſſer entweicht; haben ſich aber die Bleche einmal dicht aneinander geſchloſſen, ſo werden die Fugen niemals Waſſer durchlaſſen, ſelbſt bei dem enormen Drucke nicht, der im Innern des Keſſels ſtattfindet.

Die Erhärtung der kalkartigen Ablagerungen an den Wänden der Keſſel iſt oft der Bildung eines kohlenſauren oder kieſelſauren Kalks in Verbindung mit Eiſenoxyd zugeſchrieben worden. Eine Durchſickerung des Eiſens wurde bei dem Bau des Tunnels unter der Themſe wahrgenommen. Bevor die Materialien während der Ausführung erhärtet waren, hatte ſich das Waſſer langſam von dem Mörtel abgeſchieden, und man nahm an, daß dieſer Umſtand ſtets das Erhärten in erwünſchtem Grade verhindern würde.

Digitized by Google

Anſtatt deſſen ging das in dem Schlamme und in dem Thon enthaltene Eiſenoxydul bald in Eiſenoxyd über, welches nach und nach alle Poren des Mauerwerks ausfüllte, ſo daß der Tunnel ſeit jener Zeit vollkommen trocken iſt.

Hr. Hawkſhaw machte eine Bemerkung über die alten römiſchen Cemente. Er hatte vor kurzem Gelegenheit mehrere alte römiſche Waſſerleitungen zu unterſuchen, die ihn zu der Ueberzeugung geführt haben, daß man Unrecht thue, dem Mörtel, womit dieſe Werke ausgeführt wurden, eine vortreffliche Eigenſchaft nachzurühmen. Seine perſönlichen Unterſuchungen haben ihm bewieſen, daß dieſe Mörtel kaum hier und da Spuren von beſtimmten Verhältniſſen ihrer Elemente gezeigt hätten; an ein und demſelben Bau bemerkte er an einer Stelle einen ſtarken Antheil von Sand und an einer andern Stelle fehlte derſelbe beinahe gänzlich; bald fand man die Elemente des Mörtels voluminös, bald in geringen Dimenſionen; bald waren ſie dicht, bald zerreiblich. Das Reſultat dieſer Unterſuchung führte zu dem Schluß, daß bei der Fabrication des Mörtels gar keine Methode beobachtet worden war. Hr. Hawkſhaw behauptet daher, daß die allgemein verbreitete Meinung, daß die Römer auf die Zubereitung ihres Mörtels eine beſondere Sorgfalt verwendet haben, eine irrthümliche ſei; wenn dieſe Mörtel gut ſeien, ſo liege dies an der vortrefflichen Eigenſchaft ihrer Elemente, keineswegs aber an den bei ihrer Herſtellung angewendeten Maßregeln. Die Römer verfügten über die ſchönſten Baumaterialien, aber guten Mörtel anzufertigen gelang ihnen nicht immer.

Unſere modernen Ingenieure ſollen den in der gegenwärtigen Abhandlung angebahnten Weg verfolgen. Die italieniſchen Baumeiſter verwenden noch jetzt die Puzzolane in großem Maßſtabe; die franzöſiſchen Ingenieure bedienen ſich derſelben nicht mehr oder nur in den abſolut nothwendigen Fällen. In den italieniſchen Häfen des Mittelmeeres verwendet man die Puzzolane im Großen, während man ſie in Marſeille nur dem Namen nach kennt, und dennoch iſt der Mörtel daſelbſt eben ſo gut als der italieniſche. In Rom gebraucht man die Puzzolane anſtatt des Sandes, was in allen ſolchen Fällen vortheilhaft ſein kann, wenn der Kalk ſchwach hydrauliſch iſt; hat man aber ſtark hydrauliſchen Kalk, ſo iſt die Vermiſchung desſelben mit Puzzolane gänzlich überflüſſig.

Bei Beantwortung einiger Bemerkungen, welche in Betreff des Aufquellens des hydrauliſchen Mörtels gemacht wurden, verſichert Hr. Robertſon, daß dieſes Streben bei dem Beton exiſtirte, welcher mit lebendigem Kalk angefertigt wurde. Er hat darüber Erfahrungen gemacht, und das Aufquellen iſt im Sommer nicht daſſelbe wie im Winter. In der erſten Jahreszeit quillt er um $^1/_{12}$ ſeines Volums auf, während dies im Winter nur mit $^1/_{40}$ ſtattfindet; in einigen Fällen beträgt es ſogar Null. Bei gehöriger Vorſicht kann man Beton anfertigen, welcher nicht aufquillt; in der Praxis aber wird der Beton, wenn er mit lebendigem Kalk erzeugt wurde, immer mehr oder weniger aufquellen. In dem Inſtitut der engl. Architekten wurde von Hrn. Burnell ein Memoire über dieſen Gegenſtand vorgeleſen, in welchem der Autor außer andern vortrefflichen Bemerkungen auch die Anwendung des lebendigen Kalks bei der Anfertigung des Betons mißbilligt, welcher Anſicht Hr. Robertſon vollſtändig beitritt; wenn er aber den gelöſchten Kalk vorziehe, ſo geſchehe es nur unter der Bedingung, daß man nicht zuviel Waſſer dazu ſchütte. Gänzlich könne er jedoch die Anſicht Hrn. Burnell's über den Beton nicht theilen. Der Beton könne eben ſo wohl zu äußerm Mauerwerk wie auch zu Fundamentmauern oder Füllmauerwerk verwendet werden. In erſterem Falle muß man nach der angemeſſenen Form gießen und bei ſeiner Anfertigung gelöſchten Kalk oder Cement verwenden, um Blöcke von genügender Conſiſtenz zu erhalten; im zweiten Falle, wo die Frage wegen der Form nicht vorkommt, kann man nach einem vorhergegangenen Verſuche lebendigen Kalk verwenden, wobei man Gefahr läuft, daß die Maſſe etwas weniger conſiſtent wird.

Der lebendige Kalk ſaugt das Hydratwaſſer ſehr ſchnell ein; eine Betonmaſſe von lebendigem Kalk von 3m0 Stärke kann in geringerer Zeit als eine ſolche von gelöſchtem Kalk hergeſtellt werden.

Hr. Robertſon iſt nicht der Meinung, daß die Verbindung des Kalks mit der Kieſel- und der Thonerde in dem Ofen unter dem Einfluß einer höhern Temperatur vor ſich gehe; nach ſeiner Anſicht entwickelt die Calcination bloß einen hohen Grad chemiſcher Spannung, welche die Austreibung der Kohlenſäure und des Waſſers veranlaßt; und erſt wenn die Hydratation vollſtändig iſt, bildet ſich das doppelte Kalkſilicat, früher aber nicht. Der kieſelſaure Kalk bietet keine Adhäſion, wohl aber das Kalkhydrat; auch müßte man, wenn ſich der kieſelſaure Kalk zu bilden anfängt, annehmen, daß der Portlandcement von ſeinem Zuſammenhange verliert. Wird der letztere einer ſolchen Temperatur ausgeſetzt, ſo kann ſich ein Streben gegen die in Rede ſtehende Verbindung offenbaren, doch iſt dieſes

Digitized by Google

Streben keineswegs von ſolcher Bedeutung als man ſich einbildet.

Hr. Robertſon hat auch Unterſuchungen über den Bruch von Cement- oder Mörtelfugen angeſtellt und eine außerordentliche Differenz zwiſchen den mit Kalk aus grauem Stein und den mit Portlandcement verbundenen Würfeln gefunden. Ein Ziegelpfeiler von 0m21 im Quadrat und 0m75 Höhe aus comprimirten und mit Portlandcement verbundenen Ziegeln erlitt einen Druck von 200 Tonnen, während ein eben ſolcher mit Mörtel von grauem Kalk verbundener Pfeiler nur 25¼ Tonnen oder den vierten Theil der Belaſtung des andern Pfeilers trug.

Was die gemachten Bemerkungen über den Einfluß des Eiſens auf den Mörtel betrifft, ſo ſieht Hr. Robertſon ſeine Meinung über dieſen Gegenſtand beſtätigt, indem dadurch bewieſen wird, daß die Beigeſellung des Eiſens eine rein mechaniſche Wirkung hervorbringt; es beſteht kein Streben zwiſchen dem Eiſen und dem Kalk ſich zu verbinden, und wenn ſich in dem hydrauliſchen Mörtel ein gewiſſer Grad chemiſcher Wirkung zeigt, ſo iſt doch ſeine mechaniſche Wirkung gänzlich ungenügend.

---

## Die neuen eiſernen Brücken über die Seine bei Billancourt.

Vom Ingenieur Legrand.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 730 u. 731.)

Nach einem Decret vom 28. Auguſt 1861 wurde der Bau zweier eiſernen Brücken über die beiden Seinearme zwiſchen Billancourt und Iſſy, zwei Kilometer unterhalb der Fortificationen von Paris, angeordnet.

Der Bau dieſer Brücken, von denen ein Zoll erhoben wird, hatte den Zweck das linke Ufer der Seine mit dem rechten in einem Theile des Departements zu verbinden, der ſehr ſpärlich mit Communicationsmitteln verſehen iſt, und gleichzeitig ſollte dadurch dem Val-Fleury, Meudon, Clamart und allen den auf dem dortigen Plateau gelegenen Steinbrüchen ein Abſatzweg eröffnet werden.

In der Vorausſicht eines wichtigen Verkehrs wurde für die Brücken eine lichte Breite von 10m0 — Fahrbahn und Trottoirs — angenommen, welche aber von den Ingenieuren des Conſeil des Ponts-et-Chauſſées auf 12m0 feſtgeſetzt wurde.

Dieſe Breite, welche für ein Gitterſyſtem, deſſen Fahrbahn nur von zwei Stirnträgern getragen wird, ungewöhnlich iſt, veranlaßte den Ingenieur, den Elementen, die ihn bei der Ausarbeitung des Entwurfs leiten ſollten, eine beſondere Aufmerkſamkeit zu widmen. Auch beabſichtigte er den unangenehmen Anblick der Brücken mit geraden Trägern im Vergleich zu dem der Bogenbrücken zu vermeiden, und endlich ſollten ſich die künftigen Unterhaltungskoſten der Brücken auf ein Minimum beſchränken, weßhalb alles Holz ausgeſchloſſen und für den Belag gußeiſerne Platten beſtimmt wurden, deren Form von der Art iſt, daß die nothwendige Widerſtandsfähigkeit mit der geringen Stärke der Fahrbahn in Uebereinſtimmung gebracht wurde.

Es wurden daher bei den Brücken von Billancourt und Iſſy drei neue Anordnungen getroffen:

1. eine Breite von 12m0 zwiſchen den die Geländer bildenden Trägern;

2. die Anordnung einer ſehr gedrückten Bogenlinie des untern Theils von jedem Stirnträger;

3. die Herſtellung der Fahrbahn aus gußeiſernen Platten beſonderer Form zur Aufnahme der Beſchotterung.

Dieſe Anordnungen haben ſich durch die Erfahrung bewährt und können daher bei vielen vorkommenden Fällen zur Nachahmung empfohlen werden.

Die von dem Conceſſionair vorgelegten Pläne wurden unter der Aufſicht des Hrn. de Fontanges, Ingenieur des Arrondiſſements von Saint-Denis, und des Herrn Maillebiau, damaligen Oberingenieurs des Seinedepartements, ausgeführt.

Die Brücke über den kleinen Seinearm, welche aus zwei Spannweiten von je 21m0 beſteht, hat dieſelben Verhältniſſe als die Brücke über den großen Arm, was nämlich die Breite, die Bogenform des untern Theils der Träger und die gußeiſenen Fahrbahnplatten betrifft.

Die Dimenſionen der Brücke über den großen Seinearm ſind die folgenden:

Fluthraum der drei Spannweiten 100m0, nämlich 37m0 der mittlern und je 31m50 der beiden Seitenöffnungen;

Digitized by Google

Breite der Fahrbahn 7m0, Breite der beiden Trottoirs 5m0, folglich ganze Breite 12m0; Höhe des untern Theils der Träger der mittlern Oeffnung über dem niedrigſten Waſſerſtande 9m0.

Bei der Entfernung von 12m0 der beiden Träger voneinander mußte man dieſe durch Balken in Verbindung bringen, welche eine hinreichende Widerſtandsfähigkeit haben, um eine ſolche Steifigkeit hervorzubringen, daß die Biegung derſelben in der Mitte ihrer Länge keinen Einfluß auf die innere Verdrehung der großen Träger ausüben können.

Auf der andern Seite war es wegen der Höhe von 9m0 über dem niedrigſten Waſſerſtande erforderlich, die Zugänge der Brücke auf eine Höhe zu bringen, welche hinreichend iſt, um nicht bloß dieſe 9m0, ſondern auch die Oberfläche der Fahrbahn zu gewinnen, was eine Totalhöhe von 10m30 ausmacht, wenn man die Brückenbalken mit 1m0 annimmt.

Um dieſen Zweck zu erreichen, wurden zwei Maßregeln ergriffen, die nämlich, daß man dem obern Theil der Brückenbahn eine allgemeine Krümmung von 0m50 Pfeilhöhe gab, wodurch es möglich wurde, die Widerlager und die Zugänge der Brücke um eben ſo viel niedriger zu halten; die zweite Maßregel hatte den doppelten Zweck: 1. die Höhe der Brückenbahnbalken nach Maßgabe als ihr Verbindungspunkt mit den großen Trägern ſich von den Mittel- oder Landpfeilern entfernte und ſie ſich der Mitte der Spannweite näherten, wo ihre geringſte Höhe auf 0m53 feſtgeſetzt wurde, zu vermindern; 2. aber, um dieſe Anordnung dazu zu benutzen, dem untern Theil der großen Stirnträger die Form eines ſehr gedrückten Bogens zu geben, wo er ſich an die geſchweifte Form der Mittel- und Landpfeiler anſchließt, ſo daß alſo im Geſammtanblick der Brücke alle langen geraden Linien verbannt worden ſind.

Es war daher erforderlich, den Brückenbalken verſchiedene Höhen zu geben, und wie bereits erwähnt wurde, haben die der Mitte zunächſt liegenden eine Höhe von 0m53, während die an die Pfeiler und Widerlager anſtoßenden eine Höhe von 0m88 erhielten. Ihre Anſchlußflächen an die Träger wurde durch Eckſtücke bis zur obern Kante der letztern verlängert, um die Verbindung ſo ſorgfältig als möglich herzuſtellen (Fig. 8 Blatt 731).

Die Verſuche, die man mit dieſen Brückenbalken unmittelbar angeſtellt, haben den Beweis geliefert, daß die Wirkung, die ſie auf die großen Träger ausüben, unwahrnehmbar iſt und daß ihre berechneten und angewendeten Dimenſionen alle Sicherheit gewähren.

Die neue Anordnung einer Breite von 12m0 bei einer aus zwei Stirnträgern beſtehenden Gitterbrücke iſt alſo durch die Praxis ſanctionirt worden; doch iſt zu bemerken, daß dieſe Breite ein Maximum für Spannweiten von 30 bis 40m0 iſt, denn wenn es ſich darum handelt eine Brücke nach demſelben Syſtem mit Spannweiten von mehr als 40m0 für eine 12m0 überſteigende Breite herzuſtellen, ſo müßte die Höhe der großen Stirnträger in einem Verhältniß ſtärker angenommen werden, das ſie nicht mehr als Parapet betrachten ließe und das Reſultat haben würde die Brückenbahn zwiſchen zwei eiſernen Mauern einzuſchließen.

Wir ſind daher der Meinung, daß das für die Brücke von Billancourt angenommene Syſtem mit Vortheil für alle Gitterbrücken auf Straßen anzuwenden iſt, indem man als höchſte Breite derſelben 12m0 und als höchſte Spannweite der einzelnen Brückenöffnungen 30 bis 40m0 annimmt.

Wie bereits erwähnt, rechtfertigt ſich die dem untern Theil der Stirnträger gegebene Bogenform durch die Erſparniß, welche man durch die niedrigern Pfeiler und Widerlager erreicht, während die mittlern Spannweiten eine den Erforderniſſen der Schifffahrt genügende Höhe haben.

Dieſe Tieferlegung der Widerlager gewährt eine bedeutende Erſparniß in den Erdarbeiten zur Herſtellung der Dämme für die Brückenzugänge, und unter gewiſſen Verhältniſſen, wenn z. B. die Flußufer von Häuſern begrenzt ſind, hat dieſe Tieferlegung noch beträchtlichere Vortheile, weil die den Eigenthümern der an den Fluß anſtoßenden Gebäude zu leiſtenden Entſchädigungen um ſo geringer ſein werden als dieſe Gebäude durch die Brückenbahn weniger verſteckt werden.

Was den äſthetiſchen Anblick der Brücke betrifft, ſo läßt es ſich nicht in Abrede ſtellen, daß die für den untern Theil der Stirnträger angenommene Form der geraden Linie vorzuziehen iſt, und es entſtand dieſe zum Theil aus dem Beſtreben des Ingenieurs, die untern Linien der Brückenbahn mit der neuen Form der Pfeiler in Uebereinſtimmung zu bringen.

Die Widerſtandsfähigkeitsverhältniſſe ſind keineswegs modificirt worden, denn die Verſuche haben bewieſen, daß die Biegung der großen Träger unter der größten Belaſtung zwiſchen 0m014 und 0m19 ſchwankte und daß ſich gar keine Bewegungen zeigten, welche im Stande geweſen wären, irgend



Digitized by Google

eine Veränderung in der von den untern Gürtungen gebildeten Form der großen Träger hervorzubringen. Mit einem Worte, die 12m0 voneinander entfernten und an ihrer untern Fläche gekrümmten Stirnträger haben mit Erfolg den mit ihnen vorgenommenen Proben widerſtanden, und man kann ſich auf ihre Tragfähigkeit verlaſſen.

Die großen Stirnträger liegen an jedem Ende auf zwei Rahmen, die von ſchmiedeiſernen Walzen gebildet ſind, welche auf einer im Mauerwerk verankerten gußeiſernen Sohlplatte ruhen, und darüber erhebt ſich ein Würfel, in den das Ende eines Trägers mit ſeiner ganzen Höhe eindringt (Fig. 14 u. 15).

Die Breite der Fahrbahn beträgt 7m0, wovon 6m20 auf die Beſchotterung und 0m72 auf die beiden Rinnſteine; die beiden Trottoirs von Aſphalt mit Bordſteinen von Granit haben zuſammen eine Breite von 5m0.

Wir haben geſehen, daß die Höhe der Brückenbahnbalken, die beiläufig 3m0 voneinander entfernt ſind, nach Maßgabe als ſie ſich der Mitte jeder Spannweite nähern, abnimmt. Da dieſe Verminderung von dem untern Theile der großen Stirnträger angeht, ſo folgt daraus, daß die obern Theile der Brückenbahnbalken einer allgemeinen Linie correſpondiren, deren Länge die Länge der Träger ſelbſt von einem Widerlager zum andern iſt und einen Pfeil von 0m50 hat.

Aus Fig. 4 erſieht man, daß dieſe Brückenbahnbalken unter ſich durch ſechs Reihen von Bändern miteinander verbunden ſind, welche mit den Trägern parallel laufen. In allen leeren Räumen, welche durch dieſe parallelen und ſenkrechten Linien gebildet werden, ſind mittels Vernietungen doppelte ⊤ Eiſen befeſtigt, welche mit den Brückenbalken parallel ſind und zwiſchen denen ein Raum von beiläufig 0m40 verbleibt.

Das auf dieſe Weiſe zuſammengeſetzte Gerippe gewährt eine ſolche Steifigkeit, daß die von den darüber rollenden Laſten verurſachten horizontalen Schwingungen unmerklich ſind, was die Probebelaſtungen bewieſen haben.

Es erübrigte nur noch ein Bedeckungsſyſtem zur Aufnahme der Beſchotterung. Man dachte anfänglich an die Ausführung kleiner Ziegelgewölbe, doch erſchien es dem Ingenieur, daß dieſes zur Verbindung der Strebebänder gußeiſerner Bogen oder ſchmiedeiſerner Träger von geringer Tragweite zweckmäßige Syſtem Uebelſtände erzeugen würde, wenn man es auf Brückenbahnen mit Trägern von großer Spannweite anwenden wollte, welche den durch die Elaſticität des Schmiedeiſens entſtehenden ſenkrechten Schwingungen ausgeſetzt wären, und wodurch der Bruch der Ziegelgewölbe herbeigeführt werden könnte, was bei den aus gußeiſernen Bogen hergeſtellten Brückenbahnen, deren große Maſſe die Oscillationen zum Theil verhindert, und bei den geraden Trägern von geringer Spannweite, deren Biegung ſo zu ſagen unwahrnehmbar iſt, nicht der Fall ſein kann.

Dieſe Betrachtungen führten daher den Ingenieur auf ein Syſtem von gußeiſernen Platten, welche im Stande ſind, das Ueberrollen der ſchwerſten Fuhrwerke zu erleiden und die Beſchotterung zu tragen. Bei der für dieſe Platten angenommenen Form (Fig. 10) vermochte man eine große Erſparniß zu erzielen, und was die Erhaltung derſelben betrifft, ſo iſt dieſelbe ungemein leicht, weil im Fall des Brechens einer Platte dieſelbe bald erſetzt werden kann, indem man nur eine Fläche der Beſchotterung von etwa 0m20 wegzunehmen braucht, wodurch der Verkehr nicht unterbrochen wird.

Es dürfte daher dieſe Methode den Ziegelgewölben bei Gitterbrücken von großer Tragweite vorzuziehen, auch dürfte ſie ſparſamer ſein als ein hölzerner Brückenbelag, denn die Unterhaltung erfordert beinahe gar keine Arbeit, während hölzerne Brückenbeläge ſo oft reparirt und nach gewiſſen Perioden, höchſtens 15 Jahren, gänzlich erneuert werden müſſen.

### Berechnung der Spannweiten der großen Brücke.

Die Brücken mit geraden Gitterträgern haben eine ſolche allgemeine Verbreitung gefunden, daß die Conſtructeure jetzt über die bei den Verbindungen der Eiſen, die aus den vier Typen flache Eiſen oder Blech, Winkeleiſen, einfache ⊤ Eiſen und doppelte ⊤ Eiſen beſtehen, zu beobachtenden rationellſten Anordnungen im Klaren ſind.

Bei den Vorarbeiten zum Bau der Brücke von Billancourt ſuchte der Ingenieur die Erfahrungen zu benutzen, die bei den ſeit einigen Jahren erbauten Brücken dieſer Art gemacht worden waren. Bei den Berechnungen der Brückenfelder wurden die deutlichſten und einfachſten Formeln der Ingenieure, welche eine große Anzahl von Gitterbrücken auf Eiſenbahnen erbauten, zu Grunde gelegt. Jede Kathegorie der Beſtandtheile wurde beſonders berechnet, ohne Rückſicht auf die Solidarität zu nehmen, welche nothwendiger Weiſe in einem Conſtructionsſyſtem beſtehen muß, das an allen Durchſchnittspunkten durch Niete verbunden iſt, welche ſo zu ſagen eine Verſchweißung aller Theile zu einem feſten Ganzen bilden.

Digitized by Google

**Berechnung des Gewichts der Fahrbahn pro laufenden Meter:**

Rinnsteine $0{,}72 \times 0{,}15 \times 2{,}500 = \ldots 270$

Beschotterung { Leichter Sand oder Hammerschlag $0^m10 \times 7^m0 \times 1000^k = 700$; Zerschlagene Steine $0{,}15 \times 6^m28 \times 1{,}400^k = \ldots 1319$ } 2091

Zusammen $2289^k0$

Gewicht pro □Meter . . $\frac{2289}{7} = 327$ Kilogr.

**Gewicht der Trottoirs pro lauf. Meter.**

Randsteine von Granit $0{,}15 \times 0{,}25 \times 2500 \times 2 = 187^k$

Asphalt auf Kies $0{,}12 \times 2{,}35 \times 1400 \times 2 = 790$

Gewelltes Blech $45^k \times 5^m0 = \ldots 225$

T Eisen z. Tragen d. gewellten Bleches, $12^m0$ à $10^k$ 120

Zusammen $1322^k0$

Gewicht pro □Meter Trottoir $\frac{1322}{5} = 264$ Kilogr.

**Gußeiserne Platten zum Tragen der Beschotterung.** — Da diese Platten die Bestimmung haben, die durch die verschiedenen eisernen Bestandtheile der Brückenbahn gebildeten leeren Räume auszufüllen, so hat man zahlreiche Querbänder gelegt, um die Tragweite dieser gußeisernen Platten so weit zu vermindern, daß sie nur $0^m40$ zwischen den Stützpunkten hat.

Diese beinahe quadratischen Platten haben Rippen an ihrer obern Fläche, wodurch sie die Form von umgekehrten T Eisen erhalten, so daß die größte Masse des Gußeisens eine solche Lage hat, daß der Ausdehnung Widerstand geleistet werden kann (Fig. 10).

Diese Platten liegen unmittelbar über den Querschienen und einige derselben mit der dritten Seite auf den Längenschienen oder auf den Brückenbahnbalken.

Die vier obern Rippen sind in der Mitte ihrer Länge durch eine Querrippe verbunden, wodurch sie einen festen Zusammenhang und die größte Widerstandsfähigkeit erhalten.

Der Angriffspunkt einer rollenden Belastung correspondirt dem Uebergange eines Rades von einem mit 10,000 Kilogr. belasteten Wagen oder $2500^k$ für ein Rad.

Die Breite von $0^m40$ der gußeisernen Platte gewährt unter gewissen Verhältnissen zweien Wagenrädern Raum, wenn die Felgen derselben keine größere Breite als $0^m14$ haben, denn bei einer größern Breite der Felgen und einem stärkern Vorsprunge der Achsen könnten die beiden Räder nicht auf derselben Platte laufen.

Die Platte wird daher niemals einer größern Kraft als 5000 Kilogr. in der Mitte ihrer Länge ausgesetzt sein, und es wäre dann

$$\frac{RI}{N} = \frac{PL^3}{4}$$

$$\text{oder } \frac{5000^k \times \overline{0{,}40}^3}{4} = 200 \text{ Kilogr.}$$

Da diese Platte in der Richtung ihrer Länge vier Rippen hat, so braucht man wegen ihrer Widerstandsfähigkeit und ohne Rücksicht auf die Cohäsion ihrer verschiedenen Theile zu nehmen, nur ein Element dieser Platte vom vierten Theil ihrer Breite zu betrachten. Dieses Element gibt die Fig. 1 (Seite 91), deren Querschnitt 18 Quadratcentimeter beträgt.

Wenn man annimmt, daß dieser Querschnitt so vertheilt wäre, daß daraus ein doppelt T mit derselben Höhe entstände, so würde dasselbe die in Fig. 2 angegebenen Dimensionen haben und seine Widerstandsfähigkeit für das Gußeisen würde sein, wenn man die gewöhnliche Formel annimmt.

$$R\left(\frac{b\,h^3 - b'\,h'^3}{6\,h}\right),$$

worin R = 3000,000 Kilogr. für das Gußeisen,
h = die ganze Höhe,
h′ = Höhe mit Abzug der Stärke der Rippen,
b = Breite der Rippen,
b′ = Breite der Rippen, nach Abzug der Stehrippe.

Setzt man die Dimensionen in der Formel an, so wird die Widerstandsfähigkeit für das betrachtete Element sein:

$$R\left(\frac{\overline{0{,}06}^3 \times 0{,}06 - \overline{0{,}036}^3 \times 0{,}05}{6 \times 0{,}06}\right) = 88^k60.$$

Multiplicirt man dieses Element mit 4, der Anzahl der Rippen der Platte, so erhält man $88^k60 \times 4 = 354^k$

Weiter oben haben wir gesehen, daß die Kraft dargestellt wurde mit . . . . . $200^k$

Die Widerstandsfähigkeit pro Quadratmillimeter würde also betragen

$$\frac{200 \times 3}{354} = 1^k69.$$

Diese Formel gibt eine der Wahrheit sehr nahe kommende Annäherung, was man auch findet, wenn man sich der Formel bedient, die aus den vielen von Hodgkinson mit gußeisernen von der Mitte gegen die Enden schwächer wer-



Digitized by Google

denden Balken in der Form eines umgekehrten ⊥ gemachten Versuchen abgeleitet wurde.

In der That, wenn wir die Dimensionen der Fig. 1, die ein einfaches umgekehrtes T Eisen bildet, wo die größte Masse Gußeisen auf die untere Rippe vertheilt ist, und die Formel

$$P = \frac{k c S' h}{L},$$

worin P die Bruchbelastung in Tonnen von 100ᵏ,
S' der Querschnitt der untern Rippe in Quadratcentimetern,
h die Höhe der Schiene in Centimetern
L die Länge oder Tragweite,
k c ein constanter Coefficient = 4,092,

annehmen, so erhält man

$$P = \frac{4{,}092 \times 14 \times 6{,}4}{40} = 9{,}166$$

und für die Platte mit vier Rippen $9{,}166 \times 4 = 36{,}664$.

Die Platte trägt daher $\frac{36{,}664}{5{,}000}$ = wirkliche Belastung

oder $^1/_4$ der Bruchbelastung.

Da auf der andern Seite die Widerstandsfähigkeit des Gußeisens gegen Ausdehnung 3 Kilogramm. pro Quadratmillimeter oder den fünften Theil der Bruchfestigkeit, welche bei gutem Gußeisen 15ᵏ0 beträgt, nicht übersteigen darf, so sieht man, daß die Platte in dem Verhältniß von $^1/_4$ bis $^1/_5$ oder 1,40 widerstandsfähig ist, so daß der Widerstand pro Quadratmillimeter sein wird

$$\frac{3}{1{,}40} = 2^k 15.$$

Die Breite der Platte von Fig. 1 ist $0^m10 \times 4 = 0{,}40$, während bei Anwendung des doppelten T der Fig. 2 die Breite nur $0{,}06 \times 4 = 0{,}24$ betrüge.

Man ersieht hieraus, daß ein doppelter Vortheil damit verbunden ist, den Platten die Form eines umgekehrten T zu geben.

In den Berechnungen hat man keine Rücksicht auf die Querrippe genommen, durch welche aber doch die Widerstandsfähigkeit der Platte ungemein vermehrt wird; eben so hat man es außer Acht gelassen, das eigene Gewicht der Platte und die auf jeder liegende Beschotterung in die Formeln einzuführen, da diese Größen zu klein sind, um eine wesentliche Veränderung des Resultats zu veranlassen.

Die Form und die Dimensionen der Platte wurden nach Fig. 10 (Blatt **731**) festgestellt.

Quereisen zum Tragen der gußeisernen Platten. — Diese Stangen, welche eine gleiche Tragweite von 1ᵐ40 haben, liegen 0ᵐ50 voneinander entfernt und sind zwischen den Längeneisen eingespannt. Sie haben pro lauf. Meter zu tragen:

1. 0ᵐ50 Bahn, oder $\frac{326}{2}$ . . . . . 163 Kilogr.
2. 3 gußeiserne Platten von je 20 Kilogr. 60 „
= 223 Kilogr.

Hinsichtlich der rollenden Last wäre der ungünstigste Fall derjenige, wenn zwei Räder eines Wagens in der Mitte der Quereisen zusammenträfen. Der durch die Neigung der Räder gebildete Vorsprung und die Stärke der Naben würde die Last von jedem der beiden Räder auf eine resp. Entfernung von 0ᵐ50 übertragen. Die Kraft in der Mitte der Länge wird für eine Hälfte sein:

0,70 : 2,500ᵏ = (0,70 — 0,25) = 050 : x = 1,785ᵏ
und für die andere Hälfte der Länge . . . 1,785
folglich 3570ᵏ

die Kraft, welche durch die Probebelastung auf die Mitte des Brückenbahnbalkens übertragen wird.

Diese Kraft correspondirt einer doppelten gleichmäßig vertheilten Belastung oder 7,140 Kilogr. oder pro lauf. Meter $\frac{7{,}140}{1{,}40}$ . . . . . 5,100 Kil.

Oben ermittelte todte Belastung . . . 223 „
Gewicht der Querschiene pro lauf. Meter . 20 „
Summe pro lauf. Meter 5,343 Kil.

Die Kraft auf die eingelassene Querschiene wird sein:

$$\frac{RI}{N} = \frac{PL^2}{12} = \frac{5{,}343 \times \overline{1{,}40}^2}{12} = 873 \text{ Kilogr.}$$

Gibt man der Querschiene die Form und die Dimensionen von Fig. 3 (Seite 91), so hat man:

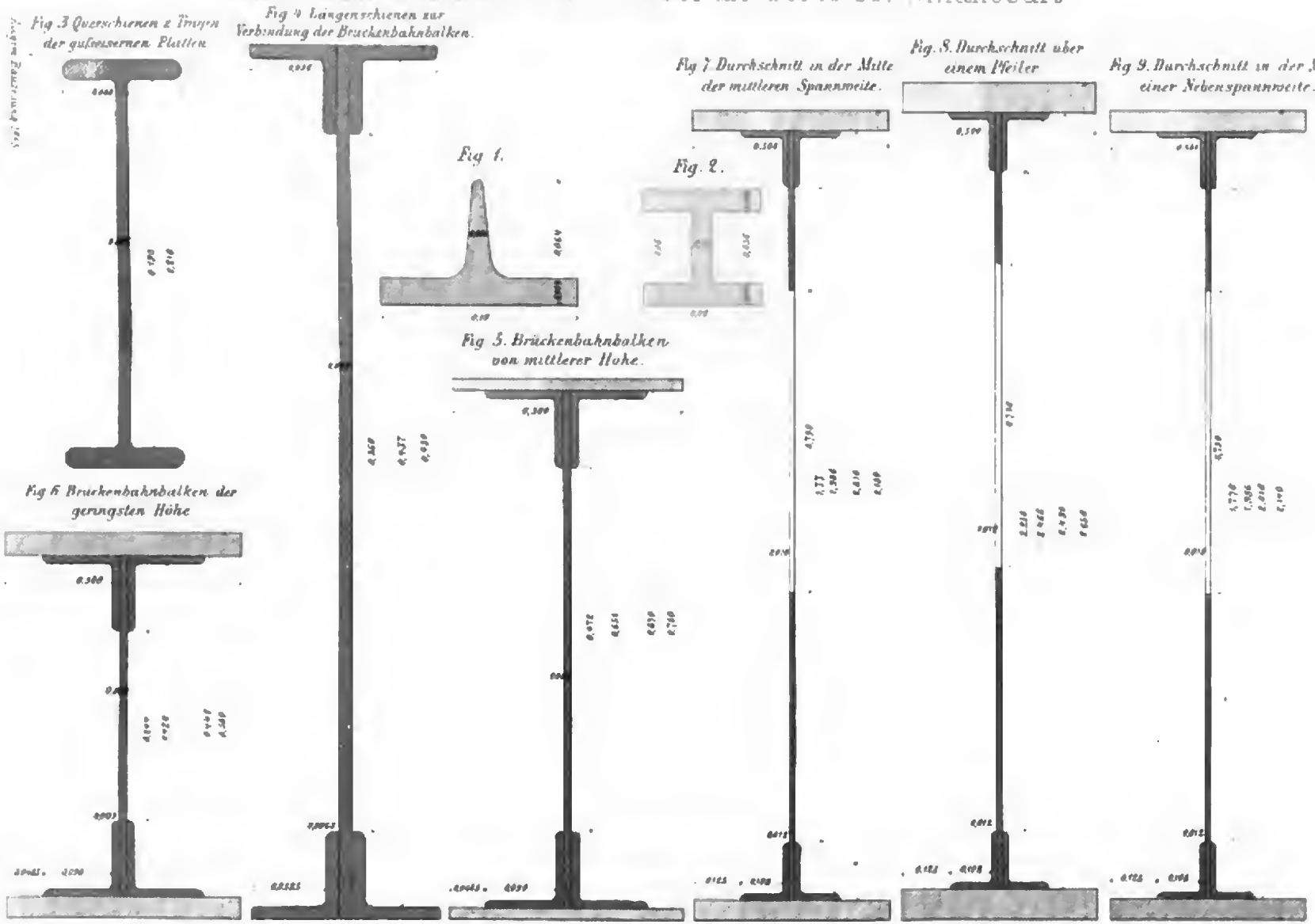
$$R\frac{(\overline{0{,}21}^2 \times 0{,}06 - \overline{0{,}19}^2 \times 0{,}053)}{6 \times 0{,}21} = 0{,}000152 \times R.$$

Die Widerstandsfähigkeit pro Quadratmillimeter wird ausgedrückt durch

$$R = \frac{873}{0{,}000152} = 5^k74.$$

Längenschienen. — Die 3ᵐ0 voneinander entfernten großen Brückenbalken sind durch sechs Reihen Längenschienen in Abständen von 1ᵐ40 von Achse zu Achse verbunden. Sie sind mit den Balken und den Querschienen durch Winkeleisen und Deckleisten vernietet, wodurch man

Digitized by Google






Digitized by Google

eine feste Verbindung erreicht hat, deren todte Belastung besteht:

1. aus dem Gewicht der Beschotterung,
2. „ „ „ „ gußeisernen Platten,
3. „ „ „ „ Querschienen,
4. „ „ „ „ Längenschienen.

Für die sechs Längenschienen:

| | |
|---|---|
| das Gewicht der Beschotterung ist $327 \times 3 \times 7$ | 6,867$^k$ |
| „ „ „ gußeisernen Platten 90 à 20$^k$ | 1,800 |
| „ „ „ Querschienen $5^m0 \times 7 \times 20^k$ | 700 |
| „ „ „ Längenschienen $40^k \times 3 \times 6$ | 720 |
| Todtes Gewicht für die sechs Längenschienen | 10087$^k$ |

Die pro laufenden Meter der Längenschienen getragene Last ist:

$$\frac{10087}{3 \times 6} = 560 \text{ Kilogr.}$$

Wenn man keine Rücksicht auf die Solidarität nimmt, welche beziehungsweise zwischen den zusammenstoßenden Lang- und Querschienen besteht, so kann man annehmen, daß das Maximum der von den Längenschienen zu erleidenden Kraft gleich ist dem Zusammentreffen zweier Wagenräder in der Mitte der Länge, oder $2{,}500^k \times 2 = 5{,}000^k$, oder, was auf dasselbe hinausgeht 10,000 Kilogr., welche gleichmäßig vertheilt sind.

In diesem Falle ist die Belastung pro lauf. Meter:

| | |
|---|---|
| 1. $\frac{10000}{3}$ = . . . . . | 3,333 Kilogr. |
| 2. die obige todte Belastung . . . . | 560 „ |
| zusammen | 3,893 Kilogr. |

und man hat:

$$\frac{RI}{N} = \frac{PL^3}{12} = \frac{3{,}893 \times \overline{3}^3}{12} = 2{,}920 \text{ Kilogr.}$$

Gibt man den Längeneisen die Dimensionen und die Form von Fig. 4 (Seite 91), so ist:

$$R\left(\frac{0{,}096 \times \overline{0{,}45}^3 - 2\,(0{,}0385 \times \overline{0{,}437}^3 + 0{,}0065 \times \overline{0{,}36}^3)}{6 \times 0{,}45}\right) = 0{,}000635 \times R.$$

Die Widerstandsfähigkeit pro Quadratmillimeter wird ausgedrückt durch:

$$\frac{2920}{0{,}000635} = 4^k60.$$

**Brückenbahnbalken.** — Im Vorstehenden haben wir gesehen, daß sich das von den sechs Längenschienen getragene Gewicht belief auf . . . . . 10,087$^k$

Zu diesem todten Gewicht ist noch das der beiden Trottoirs auf eine Länge von $3^m0$ hinzuzusetzen, oder $5^m0 \times 3 \times 264^k$ = . . 3,960

Summa d. todten Gewichts pro Brückenbahnbalken 14,047$^k$

oder pro lauf. Meter Brückenbalken $\frac{14{,}047}{11{,}50} = 1{,}222$ Kil.

Die Probelastung bestand aus zwei mit 10,000 Kilgr. belasteten Wagen, die sich über einem Balken kreuzten. In diesem Falle bestand das Maximum der Last auf einem Balken aus dem Vorder- und Hintertheil des Wagens mit je 5000 Kilogramm, oder für beide 10000 Kilogr. in der Mitte der Tragweite.

Nimmt man an, daß die Räder der beiden Wagen nächst der Brückenachse zusammentreffen, so hat man für eine Seite:

$$5{,}75 : 5{,}000^k = (5{,}75 - 1{,}15) = 4.60 : x = 4{,}000$$

die andere Seite ebenfalls . . . . . 4,000

oder 8000 Kilogr. als die Kraft, welche durch die Probebelastung auf den Brückenbalken übertragen wird.

Diese Kraft correspondirt einer doppelten gleichförmig vertheilten Belastung = 16,000$^k$ und pro lauf. Meter

$\frac{16000}{11{,}50}$ . . . . . 1,391$^k$

Für das todte Gewicht fanden wir . . . . 1,225

Das vorausgesetzte Gewicht des Balkens pro lauf. Meter . . . . . 144

Summa pro lauf. Meter 2,760$^k$

Die durch die Belastung übertragene Kraft wird ausgedrückt durch:

$$\frac{RI}{N} = \frac{PL^3}{12} = \frac{2{,}760 \times \overline{11{,}50}^3}{12} = 30{,}418 \text{ Kilogr.}$$

Gibt man dem Balken die Form und die Dimensionen von Fig. 5 (Seite 91), so hat man für dessen Widerstandsfähigkeit:

$$R\left(\frac{0{,}30 \times \overline{0{,}70}^3 - 2\,(0{,}0465 \times \overline{0{,}67}^3 + 0{,}09 \times \overline{0{,}652}^3 + 0{,}009 \times \overline{0{,}472}^3)}{6 \times 0{,}70}\right) = 0{,}00553 \times R,$$

und pro Quadratmillimeter $\frac{30{,}418}{0{,}00553} = 5^k50$. Das Profil in Fig. 5 ist für Balken von $0^m70$ Höhe anwendbar.

Nach der untern Curve des großen Trägers aber haben die Brückenbahnbalken des mittlern Theils der Spannweite eine geringste Höhe von $0^m50$; es ist daher nothwendig auf

Digitized by Google

den Querschnitt Rücksicht zu nehmen, der bei diesen Balken der Kraft entsprechen muß, welche jimmer sein wird wie oben:

$$\frac{RI}{N} = \frac{PL^3}{12} = \frac{2{,}760 \times \overline{11{,}50}^3}{12} = 30{,}418 \text{ Kilogr.}$$

Man hat diesen Balken die Form und die Dimensionen der Fig. 6 (Seite 91) gegeben und erhält

$$R\left(\frac{0{,}30 \times \overline{0{,}50}^3 - 2\,(0{,}0465 \times \overline{0{,}442}^3 + 0{,}09 \times \overline{0{,}424}^3 + 0{,}009 \times \overline{0{,}244}^3)}{6 \times 0{,}50}\right) = 0{,}00516 \times R,$$

und pro Quadratmillimeter $\frac{30{,}418}{0{,}00516} = 5^k89$.

### Die großen Träger.

Die mittlere Oeffnung hat eine Weite von 37m00
Jede Seitenspannung . . . . . 31, 50
Ganze Oeffnung zwischen den Widerlagern 100, 00.

Mittlere Spannweite. — Die Einlassung besteht über den Pfeilern für das todte Gewicht und die allgemeinen Belastungen.

Es ist bekannt, daß die Kraft oder das Moment $\frac{RI}{N}$ ist:

am Stützpunkt . . $\frac{RI}{N} = \frac{PL^3}{12}$,

und im Mittelpunkt . $\frac{RI}{N} = \frac{PL^3}{24}$.

Wir haben oben gesehen, daß das von jedem Brückenbalken getragene Gewicht beträgt . . . . 14,047k
Dazu das Gewicht des Balkens = 144×12 1,728

Das Gewicht, das von jedem Brückenbalken auf die großen Träger übertragen wird, ist also gleich 15,775
Oder pro lauf. Met. Brückenbahn $\frac{15{,}775}{3}$ = 5,258
Dazu die Probebelastung 11,50 × 400k 4,600
Totalgewicht der Brückenbahn pro lauf. Meter 9,858
Und für jeden Balken . . $\frac{9{,}858}{2}$ = . . 4,929

Wozu noch hinzuzusetzen ist das vorausgesetzte Gewicht des Trägers bei seinem Auflager auf dem Pfeiler . . . . . 1,040
Totalgewicht oder P = 5,970

Man hat also am Stützpunkte:

$$\frac{RI}{N} = \frac{PL^3}{12} = \frac{5{,}970 \times \overline{37}^3}{12} = 681{,}089 \text{ Kilogr.}$$

Die Widerstandsfähigkeit pro Quadratmillimeter wird ausgedrückt durch

$$R = \frac{681{,}089}{0{,}123126} = 5^k53.$$

Wenn der Träger über den Stützpunkten die in Fig. 8 (Seite 91) angegebene Form und Dimensionen hat, so ist:

$$R\left(\frac{\overline{2{,}65}^3 \times 0{,}50 - 2\,(\overline{2{,}49}^3 \times 0{,}125 + \overline{2{,}466}^3 \times 0{,}108 + \overline{2{,}25}^3 \times 0{,}012 + \overline{0{,}79}^3 \times 0{,}006)}{6 \times 2{,}65}\right) = 0{,}123126 \times R.$$

und folglich:

$$\frac{RI}{N} = \frac{PL^3}{24} = \frac{5{,}730 \times \overline{37}^3}{24} = 326{,}849 \text{ Kilogr.}$$

Die Kraft am mittlern Theil der Spannweite = $\frac{PL^3}{24}$.
Das Gewicht auf jedem Träger . . . 4,929k
Das vorausgesetzte Gewicht des Trägers in seiner Mitte . . . . . 801k
Totalgewicht oder P = 5,730k

Hat der Träger in der Mitte seiner Länge die Form und Dimensionen von Fig. 7 (Seite 91), so erhält man:

$$R\left(\frac{\overline{2{,}13}^3 \times 0{,}50 - 2\,(\overline{2{,}01}^3 \times 0{,}125 + \overline{1{,}986}^3 \times 0{,}108 + \overline{1{,}77}^3 \times 0{,}012 + \overline{0{,}79}^3 \times 0{,}005)}{6 \times 2{,}13}\right) = 0{,}07660 \times R.$$

Der Widerstand pro Quadratmillimeter wird ausgedrückt durch

$$R = \frac{326{,}849}{0{,}07660} = 4^k26.$$

An den Stützpunkten auf dem Pfeiler $\frac{RI}{N} = \frac{PL^3}{8}$
In der Mitte . . . . . $\frac{RI}{N} = \frac{PL^3}{16}$.

Nebenspannweiten. — Man hat für das Moment der Nebenspannweiten, deren Weite 31m50 beträgt:

Da das Gewicht der Brückenbahn dasselbe ist und der Träger dasselbe Gewicht und die gleichen Dimensionen

Digitized by Google

wie in Fig. 8 hat, ſo iſt die Kraft an dem Stützpunkt auf dem Pfeiler:

$$\frac{RI}{N} = \frac{PL^3}{8} = \frac{5{,}970 \times \overline{31{,}50}^3}{8} = 740{,}467 \text{ Kilogr.}$$

Folglich $\frac{I}{N}$ wie bei Fig. 8 = 0,123,126 Kilogr.

Und die Widerſtandsfähigkeit pro Quadratmillimeter

$$R = \frac{740{,}467}{0{,}123126} = 6^k01.$$

Man ſieht, daß die Träger an den Stützpunkten den Kräften Widerſtand leiſten, die durch die mittlere und die Nebenſpannweiten in dem Verhältniß $5^k53$ bis $6^k01$ hervorgebracht werden, d. h. man kann, da die Kräfte oder das Moment der Kräfte, weil ſie weſentlich dieſelben ſind, dieſelben Dimenſionen beibehalten.

Das Gewicht des Trägers in der Mitte der Nebenſpannweite iſt angenommen mit . . . . . $721^k$

Die Belaſtungen wie oben . . . . . $4929^k$

Totalgewicht oder P = $5{,}650^k$

Die Kraft in der Mitte der Länge des Trägers iſt alſo:

$$\frac{RI}{N} = \frac{PL^3}{16} = \frac{5{,}650 \times \overline{31{,}50}^3}{16} = 350{,}388 \text{ Kilogr.}$$

Erhält der Träger in ſeiner Mitte die Form und die Dimenſionen von Fig. 9 (Seite 91), ſo hat man:

$$R\left(\frac{\overline{2{,}14}^3 \times 0{,}50 - (\overline{2{,}01}^3 \times 0{,}125 + \overline{1{,}98}^3 \times 0{,}108 + \overline{177} \times 0{,}012 + \overline{0{,}79}^3 \times 0{,}005)}{6 \times 2{,}14}\right) = 0{,}0824 \times R.$$

Der Widerſtand pro Quadratmillimeter iſt alſo:

$$\frac{350{,}388}{0{,}0824} = 4{,}25.$$

Sowohl an dem rechten wie an dem linken Ufer wurde ein Leinpfad angelegt. —

Die große Brücke ſteht mit der kaiſerl. Straße Nr. 10 durch eine Allee in Verbindung, welche $20^m0$ Breite und einen $12^m0$ breiten, $0^m20$ hoch beſchotterten Fahrweg mit Rinnſteinen von $0^m35$ langen Steinen hat. Jedes $4^m0$ breite Trottoir iſt mit Randſteinen von Chateau-Landon eingefaßt. Ein Abzugskanal führt das Regenwaſſer in die Seine.

Die große und die kleine Brücke ſind auf der Inſel durch einen $12^m0$ breiten Damm verbunden.

Das Decret zum Bau der Brücken von Billancourt wurde am 28. Auguſt 1861 ausgefertigt und die Entwürfe wurden am 3. April 1862 genehmigt. Um den im Jahre 1861 ſtattgefundenen niedrigen Waſſerſtand zu benutzen, führte man die Fundamente der Mittel- und Landpfeiler der großen Brücke in den beiden Monaten October und November dieſes Jahres aus; unmittelbar nach der erfolgten Baugenehmigung aber begannen die Maurer- und Erdarbeiten, während die Metallarbeiten in den Werkſtätten des Herrn Jolly in Argenteuil angefertigt wurden.

Die beiden Brücken und ihre Zugänge waren am 10. März 1863 vollſtändig beendigt, ſo daß an dieſem Tage der Verkehr über dieſelben eröffnet werden konnte.

| | Fr. |
|---|---|
| Das Mauerwerk der beiden Brücken koſtete | 282,000 |
| Die Metallarbeiten, nebſt Trottoirs, Randſteinen und Beſchotterung . . . . . | 370,000 |
| Summa der Baukoſten beider Brücken ohne die Zugänge . . . . . | 652,000 |

Da die beiden Brücken $155^m0$ lang, $12^m0$ breit ſind und folglich eine Oberfläche von 1860 Quadratmeter haben, ſo koſtete der Quadratmeter

$$\frac{652000}{1860} = 350 \text{ Francs } 23 \text{ Cent.}$$

---

# Neuer hydrauliſcher Apparat zum Heben der Baumaterialien.

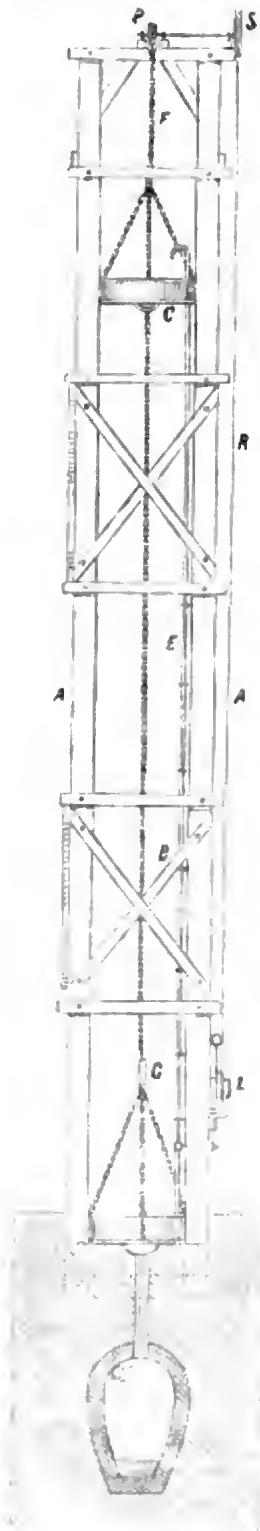
Von Edoux, Civilingenieur in Paris.

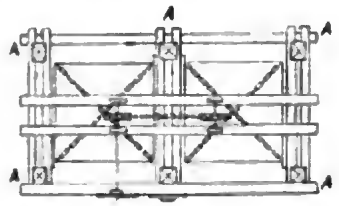
(Mit Holzſchnitten auf Seite 96.)

Der Zweck dieſes Apparats beſteht darin, die ſteigende Kraft des Waſſers der in den Städten circulirenden „gezwungenen“ Waſſerleitungen in eine Triebkraft zum Heben der Baumaterialien zu verwenden.

Der Apparat hat die größte Aehnlichkeit mit der Wage. Zwei Wagſchalen bildende Behälter ſtehen durch eine Kette in Verbindung, die über zwei Rollen läuft, welche in der Höhe an einem Balken oder an der Spitze eines doppelten

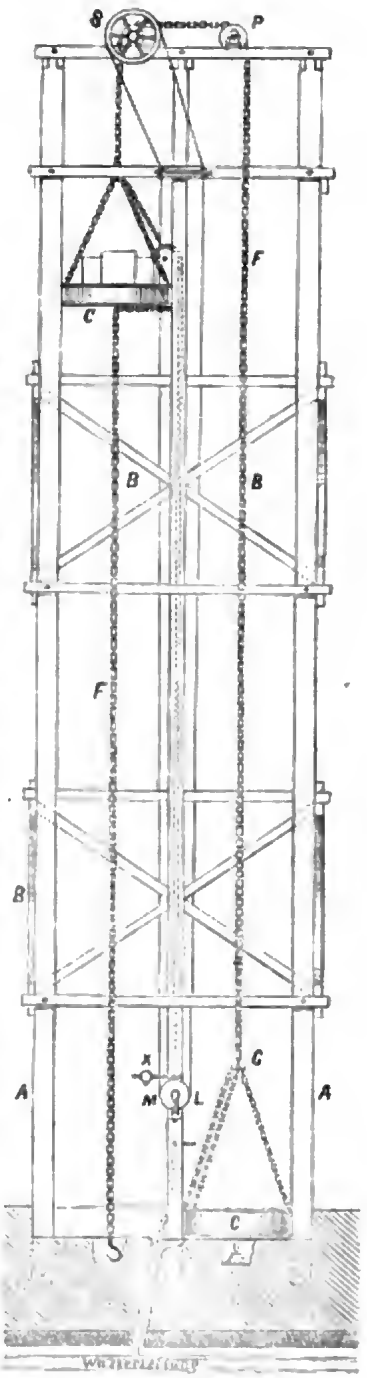
Digitized by Google




Gerüstes angebracht sind; der eine oder der andere der Behälter nimmt am Boden eine gewisse Quantität Materialien auf, der man dadurch das Gleichgewicht hält, daß man den andern Behälter, der sich in der Höhe der eben in der Ausführung begriffenen Mauerschicht befindet, mit Wasser anfüllt, das durch eine mit der nächsten Wasserleitung in Verbindung stehende Röhre herbeigeführt wird. Wenn das Gleichgewicht hergestellt worden und außerdem die Reibungen der Kette auf die Rollen und der Rollen auf ihre Lager (Reibung beiläufig 5 Procent der Nutzlast) überwunden sind, so sinkt der mit Wasser gefüllte Behälter, während sich der andere mit den Materialien bis zu der verlangten Höhe erhebt, welche im voraus durch die resp. Stellungen der Wagschalen regulirt worden ist. Wenn man die Maschine Atwood (welche in den physikalischen Cabinetten zu den Experimenten über die Gesetze der Schwere gebraucht wird) kennt *), so lassen sich die theoretischen Bedingungen der Bewegung, die unter dem Einfluß eines zugelegten Gewichtes vor sich geht, leicht erklären. Behufs der hier in Rede stehenden Anwendung des Apparats beträgt dieses Gewicht nur das einiger Liter Wasser.

In den hieneben dargestellten Figuren bezeichnen A A die sechs Ständer des Gerüstes, die durch Querriegel und Andreaskreuze B miteinander verbunden sind, wodurch ein Paar Thürme gebildet werden, an deren Spitzen die beiden Rollen P (die eine liegt hinter der Rolle S) liegen und in deren Innerem sich die beiden Wagschalen C bewegen, welche abwechselnd die Materialien und das Wasser aufnehmen. F ist die eiserne Kette, woran die Behälter mit besondern bei G angegebenen Haken befestigt sind; diese Haken sind aus zwei rechtwinkligen eisernen Platten gebildet, worin die Kettenglieder eingreifen; sie sind durch Bolzen, Ringe oder mittels eines Vorstecknagels verbunden;




Straßenkanal.

*) Beschreibungen und Abbildungen der Atwood'schen Fallmaschine findet man unter andern in Marbachs physikalischem Lexicon III. 17, in dem Lehrbuch der Physik und Meteorologie von Müller I. 209 und in Heßler's Lehrbuch der Physik 107. Anmerkung der Redaction.

Digitized by Google

das Anhängen geſchieht durch vier kurze Ketten, welche die vier Haken der Wagſchale mit dem doppelten Haken G verbinden.

Die Wagſchalen C, welche diagonal mit Leitrollen verſehen ſind, die längs den Ständern laufen, beſtehen aus ſtarken Kaſten von Winkeleiſen, einfachen und doppelten T Eiſen, die am Boden und an den Wänden mit Blech gefüttert und an ihrem obern Theil mit einem tannenen Belag verſehen ſind. Der Deckel und der Boden haben eine Oeffnung; die erſtere iſt für den Einlaß des Waſſers frei und die andere hat ein ſelbſtbewegliches oder ein Ventil, das mit einer Kette gehandhabt wird, wenn das Waſſer je nach dem vorkommenden Fall in den Straßenkanal oder in einen benachbarten Bach abgelaſſen werden ſoll.

Das Waſſer wird durch allmählig angeſetzte Röhrenſtücke, je nachdem das Mauerwerk ſich erhebt, auf die verſchiedenen Höhen geführt. Dieſe ſteigende Waſſerſäule endigt ſich mit einem ſchwanenhalsförmigen Ausgußrohre, das um ſeinen Sitz beweglich iſt, ſo daß das Waſſer beliebig nach rechts oder links durch die Oeffnungen in die Wagſchalen eingeführt werden kann. In Mannshöhe iſt an den Fuß des Apparats eine Klappe für das Durchlaſſen oder Abſchließen des Waſſers angebracht. L iſt die Bremſe zur Regulirung der Bewegung des Apparats; ſie beſteht in der Hauptſache aus einer eiſernen Achſe, die an ihren beiden Enden auf einem Geſtell von doppelten gußeiſernen Platten liegt, welches man an der Außenſeite des mittlern Ständers des Gerüſtes etwas über dem Röhrenſchlüſſel befeſtigt. Ueber dieſer Achſe iſt zuerſt eine Rolle mit Rinnen befeſtigt, woran eine endloſe Kette R geht, die an der Spitze des Gerüſtes über eine andere Rolle S mit Rinnen läuft, welche an das Ende der Achſe der Rolle P befeſtigt iſt. Neben der untern Spurrolle und an derſelben Achſe befeſtigt befindet ſich eine andere Rolle M mit glatter Bahn, die von einer kreisrunden Bremſe oder einem blechernen Kranze umfaßt wird, der mit hölzernen Knaggen verſehen iſt. Mittels dieſer Bremſe, die durch einen Hebel X leicht gehandhabt wird, kann man nach Belieben die Bewegung der untern Achſe und folglich auch die der obern Achſe der Laſtrolle, d. h. des ganzen Syſtems veranlaſſen oder einſtellen.

An den vier Ecken der Wagſchalen ſind Riegel befeſtigt, welche unten in eiſerne Oeſen von Flacheiſen eingreifen, die an den Balken gebolzt ſind; oben aber legen ſie ſich über zwei eiſerne Stangen, die im Niveau der in der Ausführung begriffenen Mauerſchicht befeſtigt werden und ſich mit dieſer erheben, ſo daß mit der natürlich geſchloſſenen Bremſe eine Vorrichtung gebildet wird, welche dem ganzen Apparat eine abſolute Sicherheit gewährt.

An dem Ende der Bremſenachſe iſt ein Zapfen für eine Kurbel, die man entweder direct oder mittels eines Getriebes anſetzt, wenn es ſich darum handelt die Höhe des Hubes oder den Abſtand der Wagſchalen unter ſich zu verändern. Zu dieſem Zweck hebt man die obere Wagſchale bis zu der betreffenden Schicht, indem man die ſie tragende Kette F wieder zurückgehen läßt; eine Bewegung, welche mittels der Kurbel und der Bremſenkette bewirkt wird; wenn alſo dieſe Wagſchale bei der gewünſchten Höhe über der verlaſſenen Schicht angekommen iſt, ſo hat die Kette an der Seite der andern am Boden ſtehen gebliebenen Wagſchale um ſo viel nachgelaſſen; man löſt dann den Haken dieſer letztern aus und bringt ſie in die neue Stellung.

Zum Betriebe eines ſolchen Apparates braucht man nur einen einzigen Mann, welcher mit der Handhabung des Hahns der Waſſerſäule und der Bremſe, die mittels des linſenförmigen Gewichtes X von ſelbſt thätig iſt, das man mit der Hand heben muß, um die Bewegung zu reguliren, und endlich mit den Auslaßventilen, ſo wie mit den untern Riegeln beſchäftigt iſt, wodurch der Apparate im Ruheſtande erhalten wird.

Dieſe Verrichtungen gehen in folgender Ordnung vor ſich. Während oder nach dem Beladen der untern Wagſchale (die Riegel unten wie oben müſſen zurückgezogen ſein, die letztern von den obern Arbeitern) öffnet der Maſchinenwärter den Einlaß der ſteigenden Säule in der Art, daß ſich das Waſſer in die obere Wagſchale ergießt. Sobald das Gleichgewicht hergeſtellt iſt, erkennt man an den Schwingungen der endloſen Kette R, daß die Bewegung vor ſich geht; der Wärter ſchneidet das Waſſer ab, ſobald die Bewegung bewirkt iſt, und gebraucht ſeine Bremſe, je nachdem es nothwendig iſt, um die Geſchwindigkeit zu reguliren und ſie allmählig zu vermindern, damit die beiden Wagſchalen ohne Stoß an dem Ende ihres Laufes ankommen.

Die Grenze des Apparats iſt nicht genau der kubiſche Inhalt des in den Wagſchalen befindlichen Waſſers; man kann, wenn man ein Gewicht zu heben hat, welches das Doppelte des Normalgewichtes Waſſer beträgt, ohne Anſtand eine erſte Fahrt mit Baumaterialien machen, welche man, anſtatt ſie oben zu laſſen, wieder herunterläßt und dem Gegengewicht-Waſſer zur Herſtellung des Gleichgewichts hinzugethan werden; die Grenze wird alſo wie bei jeder



Digitized by Google

Winde die der Widerſtände, welche im voraus für alle Theile des Syſtems berechnet werden müſſen.

Zur Einrichtung des ganzen Apparats werden beiläufig vier Tage erfordert und es hat ſich ergeben, daß man einen Kubikmeter Materialien, welcher ungefähr 1800 Kilogr. wiegt, mit dem vorbeſchriebenen Apparat binnen 20 Secunden auf eine Höhe von 20m0 hebt, wozu mit andern Hebezeugen 25 Minuten gebraucht werden.

---

# Die Wiederherſtellung des Pont du Gard bei Nismes.

Von dem Architekten Herrn Laisné.

(Mit Zeichnungen auf Seite 101.)

Die vor einigen Jahren von dem Architekten Laisné ausgeführte Wiederherſtellung des berühmten Pont du Gard iſt in mancher Beziehung ſehr intereſſant, denn man lernte durch dieſe Arbeit die römiſche Conſtruction näher kennen, auch gab ſie Gelegenheit zur Aufſtellung des auf Seite 101 dargeſtellten Gerüſtes.

Als man im Mittelalter im Niveau der erſten Arcadenreihe eine Verbindung zwiſchen den beiden Ufern des Gardon herſtellen wollte, wurden die, die Arcaden der zweiten Reihe tragenden Pfeiler an ihrem untern Theile durchbrochen, wodurch die Feſtigkeit des Bauwerks außerordentlich beeinträchtigt wurde, weßhalb man auch ſpäter, im 18. Jahrhundert, eine Ausbeſſerung vornahm, welche darin beſtand jeden Pfeiler zu unterfangen und die früher weggenommenen Steinſchichten wiederherzuſtellen. *) In derſelben Zeit und vor der Ausbeſſerung wurde an die alte Brücke eine neue angelehnt (Fig. 4), um die Verbindung zwiſchen den beiden Ufern des Fluſſes nicht zu unterbrechen. Leider wurden die Arbeiten zur Conſolidation des Bauwerks nicht gut ausgeführt; die neuen Schichten wurden mit den alten ſchlecht verbunden, und es wurde daher von der Commiſſion der geſchichtlichen Monumente vor einigen Jahren eine vollſtändige Reſtauration angeordnet, welche jetzt vollendet und von dem genannten Architekten mit großer Geſchicklichkeit ausgeführt worden iſt. Es dürfte daher nicht unintereſſant ſein, die verſchiedenen Gerüſtverbindungen, die zu dieſer Arbeit dienten, darzuſtellen und ſchicken wir zum beſſern Verſtändniß in Fig. 1 eine Anſicht des Pont du Gard voran, aus welcher man erſieht, daß die Bogen nicht von gleicher Spannweite ſind.

Zuvörderſt beſchäftigen wir uns mit dem Einrüſten der Pfeiler und dem Lehrgerüſt, welches ausſchließlich für den Bogen A verwendet wurde, da dieſer breiter iſt als die andern Bogen; Fig. 2 iſt der Grundriß eines Pfeilers und des Gerüſtes, durch das man den obern Theil der Brücke während der Untermauerung über jedem Pfeiler unterſtützte, wie man deutlicher aus den Fig. 3 und 5 erſehen kann; das Gerüſt beſteht aus ſieben Ständern an jeder Seite des Pfeilers, die unter ſich durch Zangen verbunden ſind und alle eine geneigte Stellung haben, welche der Richtung, nach der der ganze Bau überhängt (beiläufig 0m 40), entgegengeſetzt iſt. Während der Ausbeſſerung dieſer Pfeiler wurden die beiden anſtoßenden Arcaden eingerüſtet und die kleinen obern Bogen, welche die Waſſerleitung tragen, wurden abgeſpreizt. Außerdem wurde eine Art von Abſpreizung, beſtehend aus Unterlagen, die von den beiden Mauerhäuptern unterſtützt und durch ſenkrecht darauf geſtellte Zangen verbunden wurden, zu dem Zwecke angebracht, dem ganzen Bauwerke während der Ausbeſſerung der Pfeiler und der erſten Gewölbſteine eine Verſteifung zu geben. Auf dieſe Weiſe konnte die Arbeit ohne Gefahr vollbracht werden und ohne daß es nothwendig war, weiter unten nach feſten Stützpunkten zu ſuchen. Es iſt zu bemerken, daß ſich der Architekt mit vieler Gewandtheit der an den Mauerhäuptern vorſpringenden Steine bediente, um die horizontalen Hölzer des Gerüſtes zu ſtrecken, und eben ſo benutzte er dazu und für die Lehrbogen die vorſpringenden Gewölbſteine, welche übrigens im Anfange in der Abſicht vorgelegt wurden, um die zur Aufführung der Bogen erforderlichen Lehrgerüſte zu vereinfachen. Die Verbindung des Gerüſtes vom Bogen A iſt in der Art angeordnet, daß mittels Streben das ganze Gewicht auf die Rücken der untern Bogen übertragen wird; eben hat das Gerüſt einen nach jeder Seite hin vorſpringenden Boden zum bequemern Herausnehmen und Wiedereinſetzen der Gewölbſteine. Wie aus Fig. 4 zu erſehen, beſteht jeder Bogen aus drei Reihen von

*) Vergl. Notizblatt der Allgem. Bauzeitung Band I. S. 248.

Digitized by Google

Gewölbſteinen, die nur in den zwei oder drei erſten Schichten über den Gewölbanfängern eine Verbindung unter ſich haben. Dieſe Gewölbſteine befanden ſich in ſehr ſchlechtem Zuſtande und wurden bei mehreren Arcaden beinahe ganz ausgewechſelt, indeſſen war es nicht immer nothwendig jeden dieſer Steine ganz herauszunehmen und man begnügte ſich an manchen Stellen damit, daß man den dritten Theil oder die Hälfte der alten 1m 50 hohen Gewölbſteine in dem Mauerwerk ſtecken ließ.

Es wurde bereits bemerkt, daß die Arcaden des Pont du Gard keine gleiche Breite haben und daß wir in den Fig. 3. 4 u. 5 nur das Gerüſt für den größten dieſer Bogen A dargeſtellt haben. Ein zweites Syſtem wurde für die übrigen Bogen angeordnet, ſo daß man dasſelbe beinahe für alle verwenden konnte. In den Fig. 6 bis 8 iſt das Gerüſt für die Arcade B (Fig. 1) dargeſtellt; der Grundriß (Fig. 8.) iſt nach der Linie A B in Fig. 6, der Durchſchnitt (Fig. 7) nach der Linie C D in derſelben Figur genommen. Das Ganze beſteht aus drei ähnlichen Theilen, die unter ſich parallel und durch Zangen M miteinander zu einem feſten Ganzeu verbunden ſind. Bei F iſt ein von Bügen unterſtützter Boden; die Schalbretter liegen auf jedem dieſer drei Theile und gehen durch die ganze Stärke des Bogens; zwiſchen ihnen und der innern Bogenlinie der Arcaden mußte zum bequemern Ausnehmen und Wiedereinſetzen der Gewölbſteine ein gewiſſer Raum verbleiben.

Fig. 9 und 10 ſtellen den Aufriß und den Durchſchnitt eines fliegenden Gerüſtes dar, das man für die Ausbeſſerung derjenigen Bogenhäupter verwendete, wo nur theilweiſe oder unwichtige Reparaturen vorkamen.

---

# Der Dachſtuhl des Glockenthurmes der Kirche von Masny.

Von Boeswilwald, Architekt.

(Mit Zeichnungen auf Seite 103.)

Die in Fig. 1 auf Seite 103 dargeſtellte Spitze erhebt ſich über einem quadratiſchen Thurme und geht in ein Achteck über. Das erſte in Fig. 4 angegebene Gebälk liegt über zwei Mauerlatten, die nach Fig. 2 miteinander verkämmt und in der Mitte durch Stichbalken ſchwalbenſchwanzförmig verbunden ſind. Die beiden nach zwei ſenkrechten Durchmeſſern des Achtecks aufgeſtellten Hauptbinder ſind mit Spannbalken verſehen, die ſich mit halber Ueberſchneidung kreuzen und die Stichbalken aufnehmen, woran ſich die Spannbalken der Zwiſchengebinde anlegen. Fig 3 iſt der Aufriß eines Hauptbinders; beide ſind aber nach derſelben Art verbunden, denn es beſteht jeder aus zwei Sparren, zwei großen Streben zur Unterſtützung der Helmſtange, und aus Bändern, die ſich mit den Streben kreuzen, indem ſie von der Helmſtange ausgehen und die Sparren ſtützen. Jeder dieſer beiden Theile iſt durch die Gebälke Fig. 5 und 6 zu einem Ganzen verbunden; vier Streben ſchließen ſich an einem und die vier andern Streben an einem tiefer unten gelegenen Punkt an die Helmſtange an, damit durch das Anfallen aller Streben an einen Punkt die letztere nicht zu ſehr geſchwächt wird, da ſie nur einen geringen Querſchnitt hat; die Details dieſer Verbindungen ſind einestheils in Fig. 7 und 8, anderntheils in Fig. 9 und 10 dargeſtellt, aus denen man erſieht wie die Enden dieſer Streben bearbeitet ſind, damit ſie ſich an die achtſeitige Helmſtange anſchließen, welche aber, wie aus Fig. 11 und 12 zu erſehen, an den Stellen, wo ſie von den Zangen berührt wird, einen quadratiſchen Querſchnitt hat.

Fig. 13 zeigt die Anordnung des Kreuzes und ſeine Befeſtigung durch vier mit den Sparren und der Helmſtange verbolzte Schienen; die auf dieſe Art gebildete Gabel iſt in Fig. 14 perſpectiviſch und Fig. 15 im Grundriß dargeſtellt.

---



Digitized by Google

# Eiſerner Dachſtuhl über einem der Eingangsthürme des Schloſſes Pierrefonds *).

(Mit Zeichnungen auf Seite 105.)

Dieſer Dachſtuhl beſteht aus vier Gebinden (Fig. 1 und 2) und jedes derſelben aus Sparren, die von gekrümmten Bändern in ihrer Tragweite unterſtützt werden und mit einer Helmſtange zuſammenfallen, welche gleichzeitig als Blitzableiter benutzt wird. Dieſe Gebinde ſind unter ſich gleich und weichen nur inſofern voneinander ab als zwei derſelben nicht bis zur Helmſtange reichen, um die Schwierigkeit der Verbindung zu vermeiden, die durch die Vereinigung von acht eiſernen Piecen an ein und derſelben Stelle entſteht. Fig. 1 iſt der Grundriß und Fig. 2 ein Durchſchnitt dieſes Dachſtuhls durch die Hälfte eines Gebindes nach der Linie A B; Fig. 3 iſt eine perſpectiviſche Darſtellung der Verbindung der Sparren mit der Helmſtange durch winkelrechte Platten, die rings um die letztere einen Kranz bilden.

Von C bis E (Fig. 1) beſtehen die Sparren aus Rippen von durchbrochenem Blech, und darüber, von E bis G, aus flachen Eiſen; die gekrümmten Bänder zur Unterſtützung der Sparren von E nach F ſind ebenfalls von flachen Eiſen; aus der perſpectiviſchen Abbildung Fig. 4 erſieht man die Verbindung dieſer verſchiedenen Theile unter ſich mittels Verbindungsplatten, die ihrer Form angepaßt ſind.

Die acht gekrümmten den Spitzbogen bildenden Bänder ſind zu vier und vier an zwei verſchiedenen Punkten der Helmſtange verbunden wie Fig. 7 zeigt; die zu dieſem Zweck verwendeten Verbindungsplatten bilden einen Kranz um die Helmſtange (Fig. 8).

Die Kanten der Verbandſtücke dieſes Dachſtuhls ſind mit Winkeleiſen verſehen, um der Verbindung eine gehörige Steifigkeit zu geben.

An ihrem Fuße ſind die Sparren nach Fig. 6 ſo conſtruirt, daß ſie einerſeits auf der Bekrönungsſchicht des Thurmes und anderſeits zwei Steinſchichten darunter auf einem Abſatze ruhen; zu ihrer Befeſtigung ſind ſie durch Winkeleiſen mit dem Stein verbolzt.

Die beiden Pfettenreihen beſtehen aus einfachen ⊤ Eiſen, die in einer Richtung nach der Form der Dachfläche, in der andern Richtung aber nach dem Kreiſe gekrümmt ſind, von dem ſie einen der Bogen bilden; ſie ſind mit den Sparren durch Winkeleiſen verbunden wie aus Fig. 5 erſichtlich iſt; ſie tragen die Mittelſparren und werden in ihrer Mitte durch Bänder von Quadrateiſen unterſtützt, welche nach der Quere gelegt ſind und die Beſtimmung haben, die Steifigkeit des Dachſtuhls in den zwiſchen den Hauptſparren gelegenen Theilen zu vermehren; ſie ſind mit den ⊤ Eiſen der Pfetten vernietet.

Am Fuße des Dachſtuhls iſt zwiſchen den Hauptſparren eine Verriegelung von Rundeiſen zum ſichern Stande der Gebinde angebracht (Fig. 6).

Die Mittel- oder Leerſparren ſind mit den Pfetten durch Winkel von flachem Eiſen verbunden, woran das Holz mittels Schrauben befeſtigt iſt. In Fig. 1 deutet die punktirte Linie die Neigung der Dacheindeckung an, welche mit Schiefer ausgeführt iſt, der mittels kleiner kupferner Haken auf die Verlattung in der Art gelegt wurde wie Fig. 8, 9, 10 auf Seite 7 dieſer Zeitſchrift zeigt.

Folgendes ſind die Stärken der Hauptbeſtandtheile des Dachſtuhls von Pierrefonds:

8 Hauptſparren in zwei Theilen, der erſte von Blech von $0^m011$ Stärke, der zweite aus Flacheiſen von $0^m180$ und $0^m011$.

8 kleine gekrümmte Streben zur Bildung des Spitzbogens, aus Flacheiſen von $0^m180$ und $0^m011$.

16 Pfetten aus einfachen ⊤ Eiſen von $0^m125 \times 0^m070$.

16 Bänder von Quadrateiſen von $0^m040$.

8 Verriegelungen von Rundeiſen von $0^m030$.

Das Geſammtgewicht des Schmiedeiſens und Bleches beträgt 8865 Kilog.

*) Eine vollſtändige von Abbildungen begleitete Beſchreibung dieſes unter der jetzigen franz. Regierung wiederhergeſtellten berühmten Schloſſes findet man im Jahrgange 1860 der Allgem. Bauzeitung Seite 7 — 18 und auf Blatt 319 und 320.

Digitized by Google

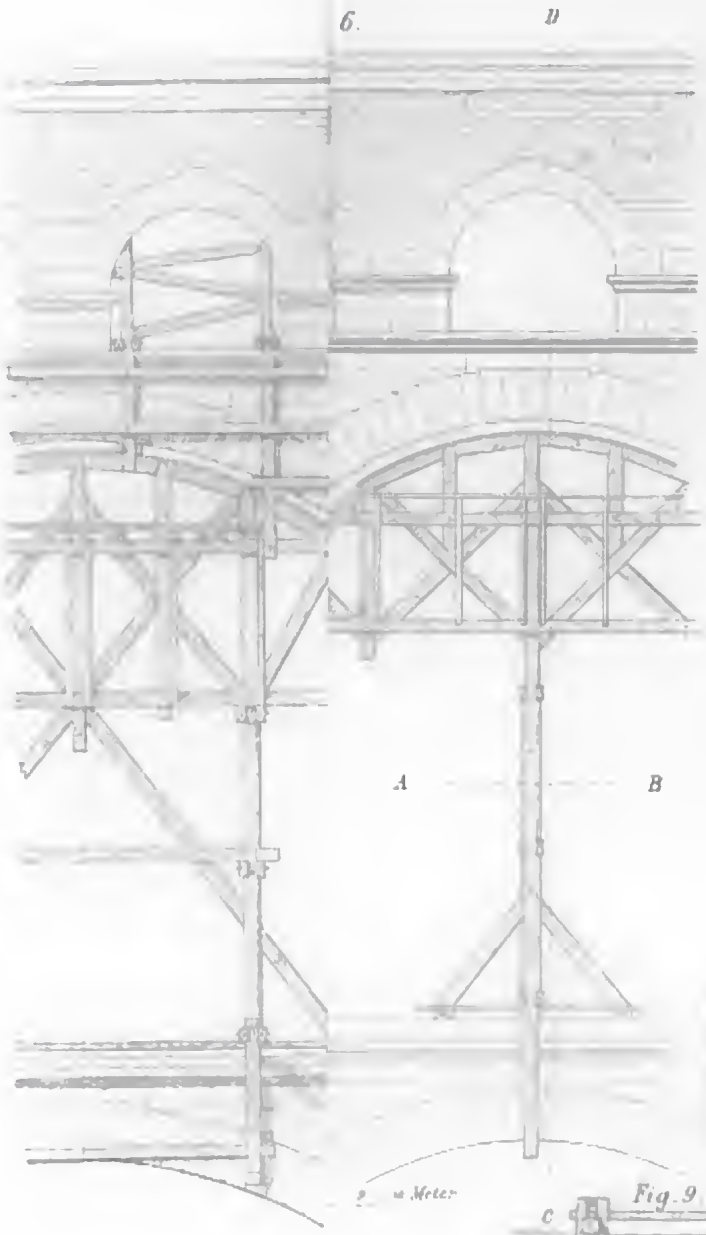
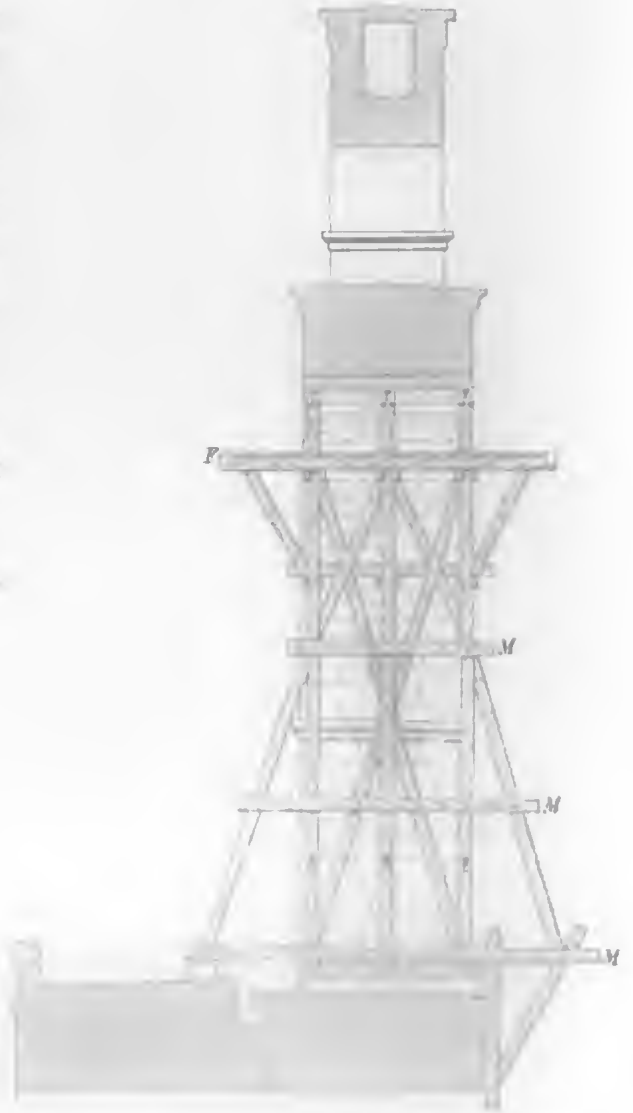



Fig. 7



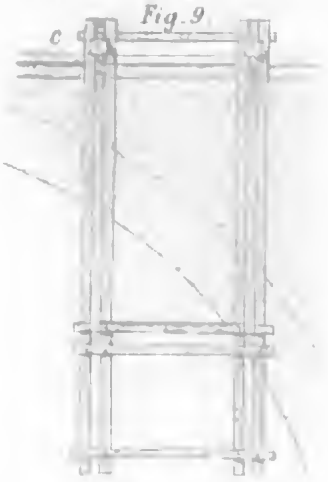
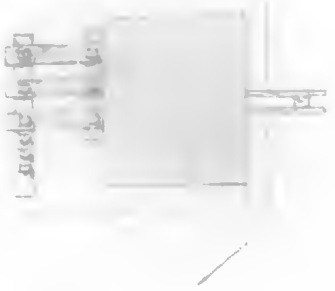




Fig. 9

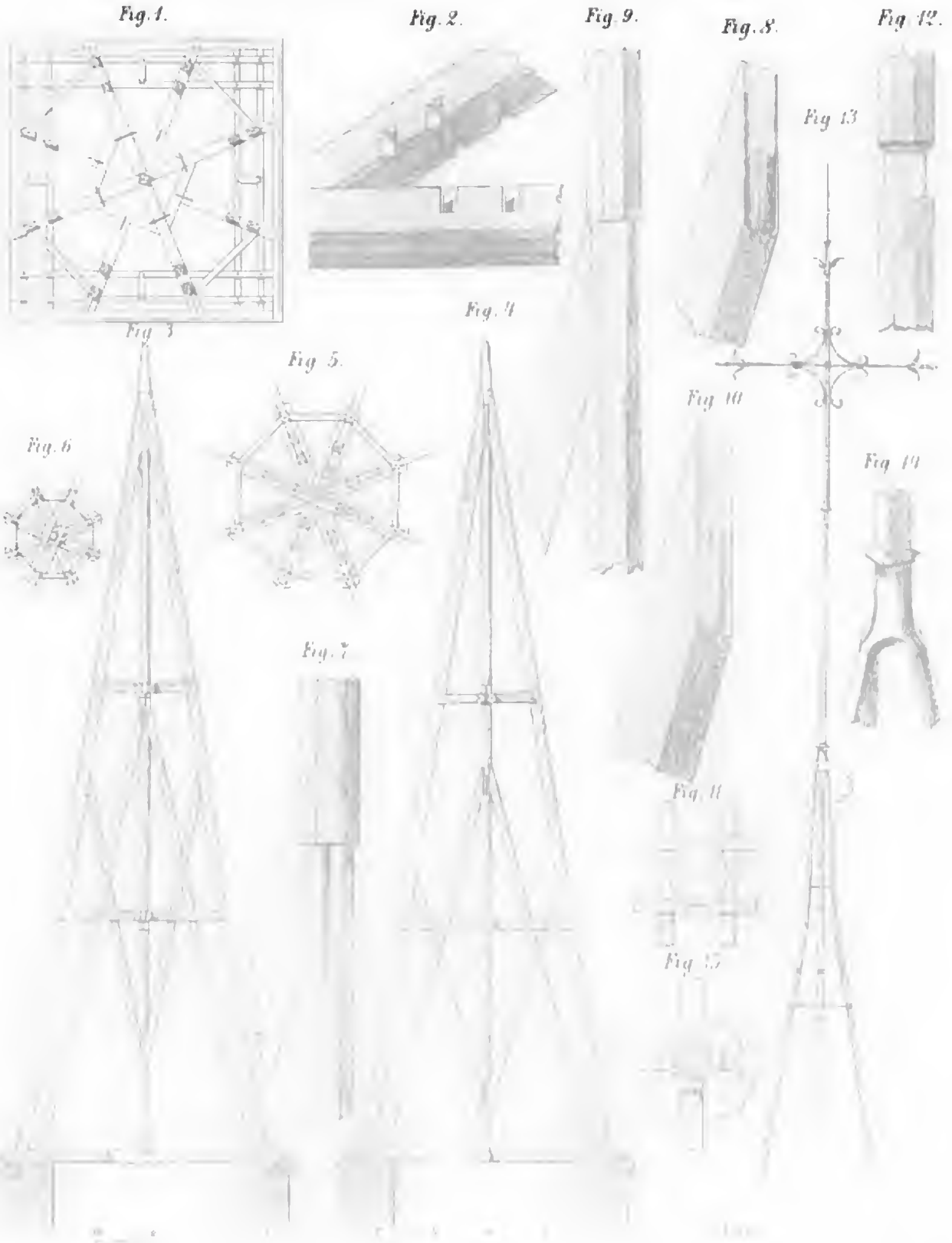
Fig. 10

Fig. 2



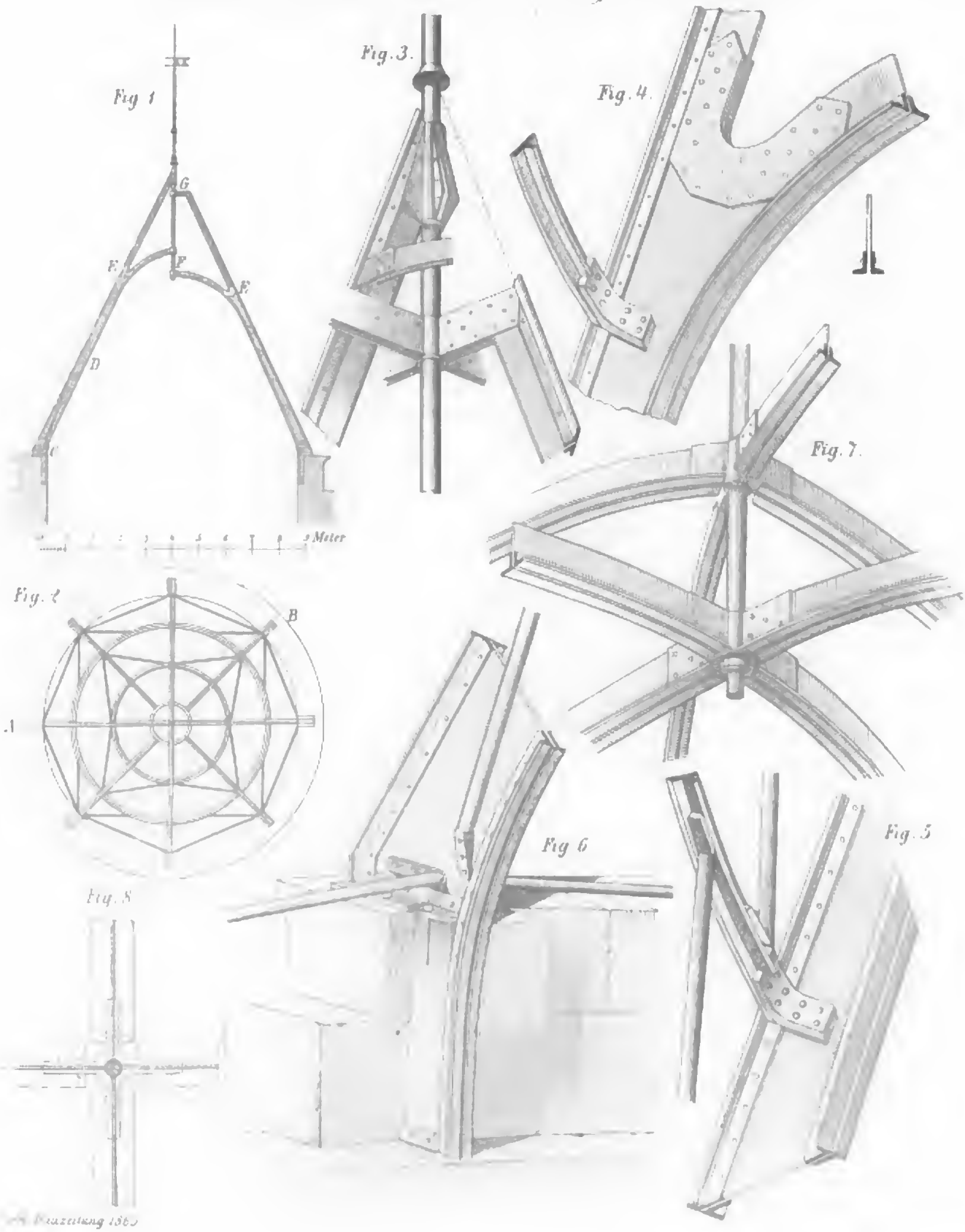


Digitized by Google






Digitized by Google




Digitized by Google

# Ueber die Conſtruction der Blitzableiter.

Von Viollet-le-Duc.

(Mit Zeichnungen auf Seite 115.)

Die Anordnungen, welche bei der Conſtruction der Blitzableiter zum möglichſten Schutz der Gebäude vor dem Blitze zu treffen ſind, intereſſiren den Architekten im höchſten Grade und haben wir aus dieſem Grunde nachſtehend Inſtructionen zuſammengeſtellt, welche die Gelehrten zu dieſem Behufe ausgearbeitet haben.

Die Auffangſtange iſt eine eiſerne Stange mit quadratiſchem, oft auch rundem Querſchnitt, die ſich von unten nach oben abſpitzt und deren Höhe man bisher in der Regel von der größeren oder geringeren Ausdehnung des Schutzes, den der Blitzableiter gewähren ſoll, abhängig gemacht hat. Die durchſchnittliche Länge der auf großen Gebäuden angebrachten Auffangſtangen beträgt gewöhnlich 7 bis 9m0, und das obere Ende dieſer Stangen wird in der Regel durch eine ſehr ſcharfe Spitze abgeſchloſſen. Da aber das Eiſen dem Roſte und folglich die Spitze der Abſtumpfung ſehr ausgeſetzt iſt, und da ferner bei Gewittern die Intenſität der elektriſchen Wirkung an dem Ende eines Blitzableiters mehr als hinreichend iſt, dieſes Metall zu ſchmelzen, ſo iſt es gebräuchlich das Ende der Stange mit einer kupfernen Spitze von 0m55 zu verſehen, welche meiſtens in eine kleine Platinſpitze von 0m05 ausgeht. Man hat bisher dieſe Platinſpitze angewendet, weil dieſes Metall den Wirkungen des Waſſers und der Luft widerſteht und weil es erſt bei einer ſehr hohen Temperatur zu ſchmelzen beginnt. Indeſſen ſind mehrere Gelehrte, unter andern der durch ſeine Unterſuchungen über die Elektricität bekannte Ingenieur Perrot, der Meinung, daß die Kupferſpitze, wenn ſie ganz allein angewendet wird, die Gebäude vor dem Blitze viel beſſer ſchützt, weil dieſes Metall eine eilfmal größere elektriſche Leitungsfähigkeit hat als das Platin und folglich die Abſtrömung der Elektricität viel mehr begünſtigt. Dieſer Phyſiker kann es nicht zugeben, daß die Unzerſtörbarkeit des Platins bei der Conſtruction von Blitzableitern der größern Leitungsfähigkeit des Kupfers vorgezogen werde.

Eine ſehr wichtige und lange Zeit ſchwebende Frage iſt die: Ueben die metallenen Stangen eine neutraliſirende Wirkung aus, die um ſo beträchtlicher wird als ihre oberſte Spitze in mehrere Spitzen getheilt iſt?

In ihrer Sitzung vom 5. März 1855 wurde der Akademie der Wiſſenſchaften in Paris von den Herren Deleuil und Sohn ein Bericht über die Spitzen der Blitzableiter vorgetragen; die mit der Prüfung dieſes Berichtes beauftragte Commiſſion — beſtehend aus den Herren Becquerel, Babinet, Duhamel, Despretz, Cagniard de Latour, Regnault de Senarmont und Pouillet — gab darüber ein ſo günſtiges Urtheil ab, daß die Akademie beſchloß dieſen Bericht dem kleinen Bande hinzuzufügen, welcher den Titel führt: Inſtruction sur les paratonnerres adoptée par l'académie des sciences.

Da dieſer Bericht gewiſſermaßen das letzte Wort iſt, welches die Akademie über dieſen Gegenſtand geſprochen, ſo theilen wir denſelben nebſt den dazu gehörigen Figuren mit.

„Die Commiſſion hat mit Intereſſe die Blitzableiterſpitzen geprüft, welche der Akademie von den Herren Deleuil Vater und Sohn ſind vorgelegt worden. Sie findet, daß dieſe Arbeit eine ſolche iſt, wie ſie ſich von ſo gewandten Conſtructeurs nicht anders erwarten und daß ſie nichts zu wünſchen übrig läßt. Die eine dieſer Spitzen iſt ein Kegel von maſſivem Platin und ganz den Angaben gemäß, die in dem Bericht vom 18. December 1864 mitgetheilt ſind; die andere Spitze iſt ein ähnlicher Kegel hinſichtlich der Form, der Dimenſionen und des ganzen äußern Anſehens; nur iſt er etwas ökonomiſcher, denn er iſt mittels einer koniſchen Platinkapſel gemacht, die mit der koniſchen Spitze der eiſernen Stange ſtark verlöthet iſt. Die erſte Anordnung iſt in Fig. 1 und 2 im Durchſchnitt und in der Perſpective, die zweite ebenfalls im Durchſchnitt und in der Perſpective in Fig. 3 und 4 dargeſtellt.

Dieſe Figuren ſind in natürlicher Größe; die Stange hat einen Durchmeſſer von 0m02, der Kegel aber hat eine doppelte Höhe, nämlich 0m04."

„Wir ſind der Anſicht, daß dieſe zweite Anordnung für den Gebrauch keinen geringeren Werth hat, nur muß ſie von einem geſchickten Arbeiter gemacht werden, welcher ſich überzeugt, daß die Löthung an allen Punkten der Kapſel angeſprochen hat, damit dieſe auch mit der ganzen Oberfläche des Eiſens in Berührung tritt."

„Wir machen die Bemerkung, daß wir keinen Nachtheil darin erblicken, wenn man ſtatt des Platins Neuſilber ſo wie auch Gold und Silber im Gehalte von 950, entweder als maſſiven Kegel oder als koniſche Kapſel von hinreichender Stärke nimmt, und wir zweifeln nicht, daß dieſe

Digitized by Google

Spitzen in den Werkstätten der Herren Deleuil mit eben derselben Vollkommenheit werden verfertigt werden als die von Platin."

„Indessen alle diese Metalle sind sehr kostspielig, wenige Handwerker wissen sie geschickt oder wenigstens mit der Genauigkeit und zarten Sorgfalt zu bearbeiten, welche hier die nothwendigsten Bedingungen zum Erfolge sind. Diese Gründe haben uns auf einen Vorschlag geführt, der von der ersten Commission schon besprochen wurde und darin besteht, die Spitze der Auffangstange der Blitzableiter ganz einfach aus Rothkupfer herzustellen wie in Fig. 5 und 6, wo eine solche im Durchschnitt und in perspectivischer Ansicht in natürlicher Größe dargestellt ist."

„Der rothkupferne Cylinder hat $0^m02$ im Durchmesser wie der obere Theil der eisernen Stange des Blitzableiters und ist mit derselben verlöthet; die Länge ist ungefähr $0^m20$ und er schließt oben mit einem Kegel von $0^m03$ bis $0^m04$ Fläche ab."

„Unser Beschluß in Bezug auf diese Spitze aus Rothkupfer lautet dahin, daß durchaus keine Ursache vorhanden ist, warum sie nicht mit demselben Vertrauen wie die vorige sollte angewendet werden können; wenn man befürchtet, daß sie in Folge der atmosphärischen Einflüsse an der Oberfläche Beschädigungen erleiden könnte, so werden diese möglichen Uebelstände durch die folgenden Vortheile mehr als ausgeglichen:

„1. Das Rothkupfer, wie man es im Handel findet, gehört nebst dem Neusilber, dem Golde und dem Silber zu den besten Wärme- und Elektricitätsleitern; die konische Spitze dieses Metalles erwärmt sich also viel schwerer als die von Platin unter dem Einfluß elektrischer Strömungen und selbst der Blitzstrahlen. Bei der Form also, die wir ihr gegeben, ist es sehr wahrscheinlich, daß sie weder geschmolzen oder tiefgreifend oxydirt wird."

„2. Der Blitzableiter mit rothkupferner Spitze erfordert geringere Kosten, so daß er von Gemeinden wie von Eigenthümern deßhalb nicht gefürchtet werden darf; er kann überall angefertigt werden, denn man wird fast in jedem Dorfe einen Arbeiter finden, welcher im Stande ist, alle Theile eines solchen Blitzableiters her- und zusammenzustellen."

„Bevor dieser Bericht zur Abstimmung kam, lenkte Herr Despretz, Mitglied der Commission, die Aufmerksamkeit auf einen Punkt, über den er mit seinen Collegen nicht einverstanden ist. Er fürchtet nämlich, daß die Schicht kohlensauren Salzes oder jedes andern wenig leitenden Stoffes, womit sich das Kupfer je nach den Localitäten mehr oder minder bedeckt, die kräftige Wirkung des Blitzableiters schwächen könnte, und dieser Umstand ist es, der ihn dazu bestimmt, den Vorschlag, die Spitzen der Blitzableiter aus Rothkupfer herzustellen, nicht zu genehmigen."

„Er glaubt nicht, daß es klug ist, das Platin aufzugeben, und er wünsche daher, daß man die Auffangstangen mit einem an seinem obern Theil abgerundeten und mit dem Kupfer oder dem Eisen durch Hartloth verbundenen Konus aus Platin bekröne. Die Kosten dürften bei gewöhnlichen Gebäuden 50 Francs nicht übersteigen. — Auch ist er der Meinung, daß in allen Departementshauptstädten so wie in den unter dem Kriegs- oder dem Marineministerium stehenden Werkstätten Arbeiter zu finden seien, welche im Stande sind, das Platin mit Schlagloth zu verlöthen*)."

Nach den Worten dieses Berichtes also genehmigte die Akademie der Wissenschaften im Jahre 1855 den Vorschlag, die Spitzen der Blitzableiter mit einem Konus von $0^m02$ Durchmesser und $0^m03$ bis $0^m04$ Höhe zu versehen; ferner empfahl sie die Anfertigung dieses Konus aus Rothkupfer, da dieses Metall ein besserer Elektricitätsleiter als das Platin und folglich weniger empfänglich sei sich durch elektrische Strömungen und selbst durch den Blitzstrahl zu erhitzen. Endlich protestirte sie nicht gegen den Vorschlag des Despretz die Spitze des Blitzableiters aufzugeben und sie durch einen „an seinen obern Theil abgerundeten" Konus aus Platin zu ersetzen.

Beim Lesen dieses Berichtes erscheint es auffallend, keine Erklärung hinsichtlich der angegebenen Dimensionen zu finden, welche die Akademie empfiehlt. Warum ein Konus von $0^m02$ Durchmesser und $0^m03$ bis $0^m04$ Höhe? Erreichen die metallenen Stangen, welche zum Schutz des Gebäudes gegen den Blitz aufgestellt werden, das Maximum ihrer neutralisirenden Wirkung, wenn sie mit einem Konus

*) Die von Despretz ausgesprochene Meinung weicht aber nicht in einem Punkte sondern in zweien von der seiner Collegen ab, denn während dieser Gelehrte einerseits die Anwendung des Kupfers zu den Spitzen der Blitzableiter nicht billigt schlägt er anderseits vor, daß sie durch einen „am obern Theile abgerundeten" Konus von Platin ersetzt, mit andern Worten daß sie ganz aufgegeben werden.

Daß die Akademie gegen diesen Vorschlag keinen Protest erhoben, erscheint auffallend und könnte zu dem Glauben führen, daß der Gebrauch, die Blitzableiter mit einer Spitze zu bekrönen, in den Augen dieser gelehrten Gesellschaft nicht auf den entscheidenden Gründen beruhe, wie sie die Naturforscher angeben.

Digitized by Google

unter den obigen Bedingungen endigen? Da wir in dem obigen Bericht keine Aufklärung in dieser Beziehung finden, so müssen wir nach früheren Instructionen zurückgreifen, wo wir eine Stelle finden, welche gewissermaßen eine Antwort auf die so eben gestellte Frage ist. In dem Nachtrage zu der Instruction sur les paratonnerres heißt es nämlich: „Die scharfe Spitze mit einem Winkel von 30°, die wir statt der allgemein angewendeten scharfen und viel dünnern Spitze annehmen, verhindert die schützende Wirkung des Blitzableiters nicht, obschon sie weniger vortheilhaft ist sie zu begünstigen, wenn die Entfernungen klein und die Intensität gering ist; sie hat aber den unbestrittenen Vorzug der unvergleichlich größern Widerstandsfähigkeit gegen das Schmelzen; ein Widerstand, den wir für dringend nothwendig erachten."

Dieser Vorzug bezüglich des Schmelzens ist sicherlich unbestreitbar; was aber die schützende Wirkung betrifft, so kann man schwerlich annehmen, daß sie nicht verhindert werde; übrigens sagen auch die Instructionen der Akademie, daß „die dem Blitzableiter zu gebende vortheilhafteste Form offenbar die eines sehr spitzen Kegels sei." Nun zählte die Commission, von der diese Vorschrift ausging, unter ihren Mitgliedern den berühmten Poisson, den Verfasser der Théorie mathématique des actions des corps électrisés les uns sur les autres, auf welche Theorie sich übrigens noch heute alle Lehrbücher der Physik basiren.

Wenn die Akademie gewichtige Gründe hat, diese Theorie aufzugeben, so wäre es doch wünschenswerth, wenn sie dieselben bekannt machen wollte *); bis dahin dürfte es ohne Zweifel zweckmäßig sein, sich bezüglich der Endspitze der Blitzableiter an die spitzige Form zu halten, als die spätern Erfahrungen Perrot's die vorbesprochenen Anordnungen gewissermaßen verwerfen und den Beweis liefern, daß „die metallenen Stangen eine um so größere neutralisirende Wirkung ausüben als ihr oberer Theil spitziger ist." Dies behauptet auch Herr Gavarret, Professor der Physik an der medicinischen Facultät in Paris, und Herr Babinet vom Institut in Folge von Versuchen, welche Perrot angestellt und sie als Zeugen dazu eingeladen hatte.

Dieser letztere, welcher sich auf die Versuche des berühmten Naturforschers Faraday stützt, ist der Ansicht, daß eine lange scharfe Spitze aus Rothkupfer in beiläufig zwei Minuten in dem Gewölk, gegen das sie gerichtet ist, eine Quantität Elektricität neutralisiren kann, welche der eines Blitzstrahles gleich ist, während eine mit einem Konus von 30 bis 36° abgeschlossene Spitze vierzig bis fünfzigmal mehr Zeit gebraucht, um dasselbe Resultat hervorzubringen.

Nach diesen Angaben ist es begreiflich, daß sich in der Gewitterwolke mehr Elektricität entwickelt als in ein und derselben Zeit der Blitzableiter neutralisiren kann, wenn dieser von der aufgehäuften Elektricität getroffen wird.

Perrot hat noch eine sehr wichtige Eigenschaft der langen und scharfen Spitzen constatirt; er hat durch Versuche bewiesen, daß die Wirkung dieser Spitzen sich viel weiter erstreckt als die der minder scharfen Spitzen und daß folglich ihre neutralisirende Kraft an der Gewitterwolke zu wirken beginnt, welche weit früher vorrückt als der gewöhnliche Blitzableiter in Wirksamkeit treten kann. —

Ist nun die schützende Wirkung der senkrechten Spitze einmal anerkannt, so entsteht natürlicher Weise die Frage, ob es zur größern Wirksamkeit der Blitzableiter nicht zweckmäßig wäre, die einzige Spitze, welche man gewöhnlich an dem obern Theil dieser Apparate anbringt, durch eine senkrechte Spitze zu ersetzen, welche von mehreren divergirenden und verschiedenartig gegen den Horizont geneigten Spitzen umgeben wäre.

Wenn man die Lehrbücher der Physik zu Rathe zieht, so bemerkt man, daß die Theorie die Annahme mehrerer Spitzen verwirft, obgleich es noch nirgends, wenigstens versuchsweise nicht, bewiesen wurde, daß die von einer einzigen Spitze ausgeübte schützende Wirkung größer sei als die von

*) Man darf es wohl aussprechen, daß die schützende Wirkung der nach der neuen, von der Akademie empfohlenen Constructionsmethode aufgestellten Blitzableiter nicht von der Art ist, daß sie viel Vertrauen erweckt, wenn man sich an den bei der Caserne des Prinzen Eugen am 2. August 1862 vorgekommenen Fall erinnert, über welchen wir S. 231 des Jahrganges 1863 d. Bauzeitung berichtet haben. Ein Gewitter hatte sich nach Paris gezogen und strich ohne Donnerschläge über dasselbe hin bis zu dem Moment, wo es über der gedachten Caserne angekommen in dieselbe einschlug, obgleich diese mit 7 Blitzableitern ausgerüstet war. Mehr noch, der Blitz schlug nicht an einer Ecke des Gebäudes ein, wo also nur ein einziger Blitzableiter wirksam gewesen wäre, sondern gerade in der Mitte des Gebäudes, wo also der Schutz von 3 solchen Apparaten hätte stattfinden sollen. Anstatt endlich den Leitstangen dieser Blitzableiter zu folgen und in den Boden zu dringen, fuhr der Blitz in die Wachtstube, wo sich beiläufig 20 Menschen befanden, welche eine Erschütterung erlitten, als ob sie von der Stelle, wo sie sich befanden, auf eine gewisse Entfernung fortgeschleudert würden. Man kann sich denken, welches Unglück entstanden wäre, wenn der Blitz seinen Weg in eines der drei Pulvermagazine der Caserne gefunden hätte.

Digitized by Google

mehreren. Die verschiedenen akademischen Commissionen, welche berufen wurden, um sich über die den Blitzableitern zu gebenden besten Anordnungen auszusprechen, scheinen die Anwendung mehrerer Spitzen stets zurückgewiesen zu haben. Arago, welcher niemals an einer dieser Commissionen Theil nahm, brachte die Frage in einer wissenschaftlichen Abhandlung über Donner und Blitz*) zur Sprache, ohne indessen die Anwendung mehrerer Spitzen, deren Wirksamkeit übrigens in jener Zeit durch Versuche noch nicht bewiesen war, zu verwerfen, noch sie zu empfehlen.

„Bis zu dem Augenblicke, sagt er, wo man zu dem Beweise gekommen sein wird, daß eine einzige Spitze immer stärker wirkt als ein Haufen sternförmig geordneter Spitzen, hat man nicht das Recht die Gewitterableiter mit mehrfachen Spitzen unter die nur Verachtung verdienenden Ideen zu reihen. Dessenungeachtet gestehe ich aber, daß es in der Erwartung dieser Erfahrungen weise und genügend sein wird, sich an die ursprünglich von Franklin empfohlene Form zu halten." Heutigen Tages aber ist dieser Zweifel nicht mehr zulässlich, denn es geht aus den Versuchen Perrot's hervor, daß „es genügt die Endspitzen einer metallenen Stange zu vervielfältigen, um ihre neutralisirende Wirkung beträchtlich zu vermehren, und daß ferner die kräftige neutralisirende Wirkung einer senkrechten metallenen mit einer Spitze ausgehenden Stange nur in jener Region wirksam ist, die über einer durch diese Spitze gehenden horizontalen Ebene liegt." So lauten wenigstens die Worte der Beschlüsse Gavarret's und Babinets, welche auf die experimentalen Beweise Perrot's basirt sind**).

Aus diesen Versuchen geht auch hervor, daß die Auffangstange des Blitzableiters selbst, weit davon entfernt eine neutralisirende Wirkung zu haben, den Blitz anzieht und daß ein Gebäude um so mehr dem Einschlagen von schiefen Blitzstrahlen (welche übrigens die häufigsten sind) ausgesetzt ist als die Spitze des Blitzableiters höher liegt*). Man hat übrigens die Ungenügsamkeit der senkrechten Spitzen, um die von der Seite kommenden Blitzstrahlen zu neutralisiren, hinreichend anerkannt, so daß man sich oft entschlossen hat die Gebäude mit schiefen Blitzableitern zu besetzen, wovon die Börse und die Tuilerien in Paris Beispiele liefern.

Nach den Ansichten der Herren Gavarret und Babinet ergeben also die Versuche Perrot's, daß es vortheilhaft ist, einige Modificationen mit den Blitzableitern vorzunehmen. Diese beiden Gelehrten ziehen folgende Schlüsse:

1. Die neutralisirende Wirkung eines Blitzableiters wird eine viel kräftigere werden, wenn man das obere Ende der Auffangstangen mit einer Spitzenkrone besetzt.

2. Vor den seitwärts anschlagenden Blitzstrahlen, welche durch den Wind aus den Gewitterwolken gegen die Stange geschleudert werden, kann man den Blitzableiter schützen, wenn man die Stange von unten bis oben mit einer gewissen Anzahl von zweckmäßig angeordneten und voneinander entfernten Seitenspitzen armirt.

Eine nicht minder wichtige Frage als die vorige ist folgende: Wenn die Ausdehnung eines Gebäudes bestimmt ist, welche Höhe ist der Auffangstange des Blitzableiters am zweckmäßigsten zu geben? Mit andern Worten, auf welche horizontale Entfernung von der Stange ist das Gebäude mit seinen anstoßenden Theilen durch den Blitzableiter geschützt? Man hat behauptet, daß der Kreis der schützenden Wirksamkeit einen Halbmesser einnehme, der das Dreifache der Höhe dieser Stange beträgt; anderseits räumt die

*) Diese in den Gegenstand sehr tief eindringende und sehr belehrende Abhandlung findet man im 4. Bande der in der Hoffmann'schen Verlagsbuchhandlung in Stuttgaet im Jahre 1840 u. f. f. erschienenen „Unterhaltungen aus dem Gebiete der Naturkunde" von Arago. Die Redaction.

**) Gavarret und Babinet stellten diese Meinung im Monat August 1862 auf. In Folge von Versuchen Perrot's, von denen Herr du Moncel, Ingenieur der Telegraphenlinien, Zeuge war, schrieb dieser am 23. März 1864, daß seine persönliche Ueberzeugung diesen Versuchen sehr günstig sei und daß er dadurch erkennen gelernt, „daß ein Bündel von dünnen Spitzen in einer Secunde eine Elektrisirscheibe entladet", während ein Konus wie die bei den Blitzableitern, ungefähr eine Viertelstunde gebraucht, um diese Entladung zu bewirken.

*) Perrot zufolge ist es sehr wahrscheinlich, daß diese Eigenschaft der Auffangstangen, den Blitzstrahl zu provociren, Franklins Forschungen nicht entgangen ist, daß aber bei dem Mißtrauen, womit die meisten Gelehrten seine Entdeckung aufnahmen, der berühmte Americaner Besorgnisse gehabt hat, seinen Gegnern Waffen in die Hände zu geben, wenn er ihnen die ganzen Resultate seiner Beobachtungen offenbarte. Es dürfte dies auch um so wahrscheinlicher sein als Franklin, ohne die Ursache anzugeben, seinen Blitzableitern stets eine sehr geringe Höhe gab. Arago, den dies auch befremdet, sagt: „Es ist kaum zu begreifen, wie wenig sich Franklin bei der Construction seiner Blitzableiter mit der Höhe derselben beschäftigt zu haben scheint; alles, was er verlangte, bestand darin, daß die Spitzen etwas über die Bekrönung der Schornsteine hinausgehen sollten.

Digitized by Google

Akademie ein, und es ist dies auch die am meisten getheilte Meinung, daß die Sphäre dieser schützenden Wirkung sich nicht über einen kreisförmigen Raum erstrecke, dessen Halbmesser das Doppelte der Höhe ist. Ferner ist sie der Ansicht, daß die Sphäre der Wirksamkeit nicht in demselben Verhältniß zunehme, wenn die Stangen eine gewisse Höhe, z. B. 10m0, überschreiten; auch sollten nach ihrem Ausspruche die Blitzableiter der Thürme wegen ihrer großen Höhe nur als solche betrachtet werden, die um sich herum nur einen Raum wirksam zu schützen im Stande sind, der einen Halbmesser hat, welcher ihrer Höhe über dem Dachfirst gleich ist. Indessen sind alle über die Größe der von den Blitzableitern beschützten Sphäre ausgesprochenen Meinungen mehr oder minder im Widerspruche und wir sehen, daß Arago als Grundsatz aufstellte, „daß die Eigenschaft der Blitzableiter um so kräftiger sei als ihre Auffangstangen mehr Höhe haben."

Perrot spricht übrigens die Ansicht aus, daß es eben so wenig begründet sei, ein mathematisches Verhältniß zwischen der Höhe eines Blitzableiters und der Sphäre seiner Wirkung aufzustellen, als wenn man den Querschnitt der Pumpenstiefel der Feuerspritzen nach der Intensität des zu löschenden Feuers bestimmen wollte.

Die Leitung. — Nach Arago hängt die schützende Wirkung der Blitzableiter hauptsächlich von der guten Construction und Anordnung der Leitung ab.

Im Jahre 1854 stellte die physikalische Abtheilung in einem Berichte an die Akademie der Wissenschaften die beiden nachstehenden Regeln auf, welche sie als die wichtigsten für die Construction der Blitzableiter betrachtete:

„1. Die Leitungsstangen müssen durchweg einen hinreichenden Querschnitt haben, um dem Blitzstoff eine gehörige Ableitung zu gewähren."

„2. Sie müssen von der Spitze an bis zum gemeinschaftlichen Reservoir continuirlich und ohne Lücken sein."

Das Eisen zu den Leitungen kann einen quadratischen oder runden Querschnitt haben, man hat aber (nach Perrot mit Unrecht) behauptet, daß diese letztere Form in sofern vorzuziehen sei als der durch die Leitung strömende Blitzstoff weniger Neigung hat zu den anstoßenden Theilen überzuspringen als wenn die Stange rund ist.

Wenn die Größe eines Gebäudes die Aufstellung mehrerer Blitzableiter nothwendig macht, so ist es erforderlich, daß ein jeder seine besondere Leitung hat;" jedoch, sagt Arago, steht es der Nützlichkeit nicht im Wege, daß man zwischen den Füßen der Stangen aller Blitzableiter mittels längs der Forstziegel der Dächer laufender eiserner Querstangen, die nicht so dick zu sein brauchen als die eigentlichen Leiter, eine genaue Verbindung herstelle."

Einige Constructeurs haben die Sorgfalt die Leitung von den Theilen des Gebäudes zu isoliren, woran sie angebracht ist, und verwenden dazu Isolatoren von Glas oder Guttapercha, welche die Form kleiner cylindrischer Muffen haben und die Leitungsstange an gewissen Punkten umfassen, so daß zwischen dem Eisen der letztern und den zu ihrer Befestigung nothwendigen Klammern keine Berührung stattfindet. Diese Vorsichtsmaßregel ist in den Instructionen der Akademie nicht nur nicht vorgeschrieben, sondern es heißt in denselben ausdrücklich:" Die Vorsicht, welche man manchmal gebraucht, die Kette von den Wanten zu isoliren, ist unnütz." (Besondere Notiz für die Seeschiffe.)

Mit einem Worte, die Isolirung der Leitung hat keinen Grund, wenn sich die Stange seitwärts über steinerne Baulichkeiten erstreckt, und sie wird selbst bis zu einem gewissen Punkt gefährlich, wenn sich die Leitung an metallene Theile eines Baues anschließt. In dieser Beziehung heißt es in der Instruction der Akademie: „Wenn der Bau, den man durch einen Blitzableiter schützen will, etwas beträchtliche metallene Theile enthielte, z. B. Bleiplatten zur Eindeckung der Firste, Graten und Kehlen, Dachrinnen, lange eiserne Stangen zur Verankerung von einzelnen Theilen, so ist es erforderlich, sie alle mit der Leitung des Blitzableiters in Verbindung zu bringen; es genügen aber zu diesem Zweck Stangen von 0m008 in Quadrat oder Eisendraht von demselben Durchmesser."

Zur Zeit des Ausbaues des Louvre ersuchte der Minister des Cultus und des öffentlichen Unterrichtes die Akademie der Wissenschaften um Instructionen bezüglich der Errichtung von Blitzableitern zum Schutz dieses Gebäudes und es wurde in Folge dessen eine Commission zur Berichterstattung über diesen Gegenstand ernannt. Dieser Bericht*) empfahl die nachstehenden Anordnungen in Betreff der zu befolgenden Methode, um die Leitungen der Blitzableiter mit den verschiedenen metallenen Theilen des Gebäudes in Verbindung zu setzen:

„1. Die Hauptverbandstücke der Decken aller Etagen sind mit den nächsten Ableitungen in Verbindung zu bringen."

„2. Ist es wünschenswerth, daß alle Balken der obern Decken durch mit ihnen verbolzte und mit Zinn verlöthete

*) Vergl. Allg. Bauztg., Jahrg. 1855, Seite 136.



Digitized by Google

Stangen, die wiederum mit den Leitungen zusammenhängen, in metallische Verbindung gebracht werden."

„3. Nach der angenommenen Constructionsmethode kommt es uns wahrscheinlich vor, daß im Allgemeinen die Dachstuhlrippen durch Pfetten und besonders durch die Firstpfetten in gehöriger Verbindung stehen und daß es folglich hinreichend sein wird, wenn die Auffangstangen aller Blitzableiter mit letzteren gehörig verbunden sind. Sollte es jedoch der Fall sein, daß in Folge der Niveauunterschiede der Firstpfetten oder aus anderen Gründen die Verbindungen, von denen die Rede ist, irgend welchen Zweifel zulassen, so müßte man diesem Uebelstande durch besondere Auffangstangen abhelfen."

„4. Die Dachrinnen und Firste von Zink werden entweder mit den Auffangstangen oder mit den Ableitungen der Blitzableiter metallisch verbunden."

Es ist übrigens noch zu bemerken, daß diejenigen Dispositionen, die sich auf die Dachrinnen und auf die Decken der verschiedenen Stockwerke beziehen, sehr leicht auszuführen sind, denn man hat in den Mauerstärken große, senkrechte Kanäle angebracht, um darin die Abfallröhren für das Regenwasser zu verstecken. Diese Kanäle sind weit genug, gleichzeitig die Blitzableitungen aufzunehmen, wodurch also der doppelte Vortheil entsteht, daß sie ohne Schwierigkeit nachgesehen und in geringen Entfernungen mit den metallenen Piecen des Innern in Verbindung gebracht werden können.

Die von der Akademie der Wissenschaften ausgehende Instruction über die Blitzableiter sagt, daß man nicht zuviel Vorsicht anwenden könnte, um dem Blitz eine schnelle Ableitung in den Boden zu verschaffen, denn von diesem Umstande hängt die Wirksamkeit der Blitzableiter ab. Um nun diese Ableitung zu erzielen ist es bekannt, daß man die Leitung in den Erdboden führt, ihre Enden verzweigt und sie in das Wasser eines Brunnens oder einer Cisterne taucht. Welche benetzte Fläche muß nun die Leitung diesem Wasser darbieten, damit der Abzug des Blitzstoffes in zweckmäßiger Weise stattfindet? Die Instruction sagt darüber nichts, aus den Versuchen von Perrot aber geht hervor, daß die Leitung des gewöhnlichen Blitzableiters dem unter dem Boden befindlichen Wasser für die schnelle Ableitung der Elektricität eines Blitzstrahles eine solche ungenügende Fläche darbietet, daß dieser Blitzableiter nicht zerschmettert werden kann ohne daß seine Leitung nicht gleichzeitig die nächst gelegenen Gegenstände vernichtet. Indem Perrot daran erinnert, daß das reine Wasser die Elektricität 6 Milliarden 754 Millionenmal weniger leitet als das Rothkupfer, schließt er daraus, daß die Ableitung der Elektricität zwischen dem Wasser im Erdboden und der Leitung nicht eben so leicht stattfinden kann als in dem Leiter selbst, wenn dieses Wasser nicht dem Leiter eine Berührungsfläche von 6 Milliarden 754 Millionenmal größer als der Querschnitt dieses von Rothkupfer gedachten Leiters darbietet. Angenommen, sagt er, daß der Querschnitt einer kupfernen Leitung einen Quadratcentimeter betrüge, so müßte der benetzte Theil dieser Leitung dem Wasser im Erdboden eine Fläche von 675400 Quadratmeter darbieten, die wir wegen der größern Leitbarkeit des Wassers der Brunnen und anderer Ursachen, die man hier nicht anführen kann, bloß mit 1000 Quadratmeter annehmen. Die in das Wasser des Bodens eingetauchte Fläche erreicht aber kaum den zehnten Theil eines Quadratmeters bei dem gewöhnlichen Blitzableiter, und es glaubt daher Perrot vernunftgemäß folgern zu müssen:

1. daß der benetzte Theil der Leitung des gewöhnlichen Blitzableiters, der den Blitzstrahl aufnimmt, ungefähr zehntausendmal geringer ist als er sein müßte;

2. daß diese Fläche dem Durchgang der Elektricität einen beiläufig zehntausendmal beträchtlichern Widerstand bieten müßte als die Stange der Leitung selbst, und

3. daß, wenn der gewöhnliche Blitzableiter getroffen wird, seine Leitung eine elektrische Spannung erleide, welche diesem Widerstande proportional ist; eine Spannung, welche für die nächsten Körper zerstörend wirkt.

Construction der Auffangstange, wenn der Blitzableiter bloß mit einer Spitze armirt ist. — Die Akademie der Wissenschaften ertheilt über diesen Gegenstand folgende Instruction: „Die Auffangstange ist ein quadratisches Eisen, das sich von seiner Basis bis zur Spitze in Form einer Pyramide verjüngt. Bei einer Höhe von 7 bis $9^m0$, welche die durchschnittliche Höhe der Stangen für große Gebäude ist, gibt man dem Fuß eine Stärke von 54 bis 60 Millimeter in Quadrat. Von dem Ende der Stange schneidet man eine Länge von etwa $0^m55$ ab und ersetzt sie durch einen Konus von Gelbkupfer, der an seinem Ende vergoldet oder mit einer kleinen Platinspitze von $0^m05$ versehen ist. Die Platinspitze wird mit Silberloth an die kupferne Stange gelöthet, und damit sie sich davon nicht trennen kann, verstärkt man den Aufsatz mit einer kleinen kupfernen Muffe. Die kupferne Stange wird mit der eisernen Stange mittels eines Bolzens verbunden, welcher in beide eingeschraubt wird; er wird zuerst durch zwei Stifte im rechten Winkel an die Kupferstange

Digitized by Google

befeſtigt und dann ſchraubt man ihn in die eiſerne Stange, worin er ebenfalls durch einen Stift feſtgehalten wird. Man braucht ſich durchaus nicht des Platins zu bedienen, ſondern kann ſich mit der koniſchen Kupferſtange begnügen."

Dieſe Inſtructionen datiren aus dem Jahre 1823, und ſpäter, im Jahre 1854, machte die Akademie den Vorſchlag, die Spitze mit einem Winkel von 30° anſtatt der ſchärfern und viel dünnern Spitze, welche man früher gebraucht, zu verwenden. Im Vorſtehenden haben wir die über die Form, die Dimenſionen und die Conſtruction dieſer Spitzen mit einem Winkel von 30° gegebenen Andeutungen mitgetheilt und unſere Meinung darüber ausgeſprochen, warum ihre Anwendung verboten werden müßte.

Conſtruction der Auffangſtange, wenn der Blitzableiter mit mehreren Spitzen armirt iſt. — Die Anwendung mehrerer Spitzen iſt nicht neu, und dennoch enthalten die Inſtructionen der Akademie nichts, was auf die Kenntniß dieſer Thatſache hindeuten könnte.

In ſeiner Abhandlung über den Donner, alſo im Jahre 1837, berichtet Arago, daß in Deutſchland und England gewiſſe Conſtructeurs von Blitzableitern an dem obern Ende der Auffangſtange nicht eine einzige Spitze, wie in Frankreich, ſondern eine ſenkrechte Spitze aufſetzen, um welche im Kreiſe andere ſehr divergirende und verſchiedenartig gegen den Horizont geneigte Spitzen angebracht ſind.

Erſt ſeit ſehr kurzer Zeit ſind mehrere Conſtructeurs in Frankreich dieſem Beiſpiele gefolgt.

In Fig. 7 iſt das obere Ende der Auffangſtange eines Blitzableiters mit mehreren Spitzen dargeſtellt*); die Stange iſt von dem untern Ende bis A aus Schmiedeiſen, von da an aber aus Kupfer; die beiden Theile der Stange ſind miteinander verſchraubt (Fig. 8) und es geht durch dieſelben unter der Schraube ein Stift. Die kupferne Stange hat eine Verſtärkung, woran divergirend ſechs kupferne Arme oder Spitzen angeſchraubt ſind, welche ſich aber nicht bis zur Höhe der mittlern Spitze erheben. Damit ſich dieſe Spitzen an die Verſtärkung gehörig anlegen, iſt die Oberfläche der letzteren mit ſechs Facetten angefertigt. Jede der ſieben Spitzen ſchließt mit einer kleinen Platinſpitze von 0m02 ab, die in eine kupferne Olive geſchraubt iſt, welche am Verbindungspunkt eine Muffe bildet (Fig. 9 in natürl. Größe).

*) Einer der großen Thürme am Eingange des Schloſſes Pierrefonds iſt mit einem ſolchen Blitzableiter verſehen worden.

Herr Perrot, deſſen Meinungen man bei dem uns beſchäftigenden Gegenſtande ſtets berückſichtigen muß, betrachtet einen auf dieſe Weiſe hergeſtellten Blitzableiter als einen Apparat von viel größerer Wirkſamkeit wie die gewöhnlichen Einrichtungen dieſer Art. Er ſelbſt conſtruirt Blitzableiter nach ſeinen Anordnungen, welche wir nachſtehend mittheilen.

Blitzableiter nach der Conſtruction des Ingenieurs Perrot. — Perrot gibt ſeinen Blitzableitern zwei verſchiedene Formen, wobei er das Princip zu Grunde legt, das durch ſeine Verſuche ſo klar bewieſen iſt. Wir nennen die eine Form „Garben-", die andere „Aehrenform."

Bei der Aehrenform beſteht der Blitzableiter aus einem centralen ſenkrechten Zweig und aus ſechs oder zwölf Nebenzweigen, die von dem erſtern ausgehen und dem Ganzen die Form einer Aehre geben. Der mittlere Zweig iſt der Auffangſtange der gewöhnlichen Blitzableiter ähnlich und nur darin verſchieden, daß er gegen die Spitze viel dünner iſt. An dieſer als Stamm zu betrachtenden Stange (Fig. 10) iſt in einer Entfernung von 2 bis 4m0 von der Spitze an eine Hülſe befeſtigt, von der ſich eine erſte Reihe von drei oder ſechs Seitenzweigen abzweigt, welche gleich weit voneinander entfernt, gekrümmt, dünner werdend, divergirend, mit Spitzen verſehen ſind und mit dem Horizont einen Winkel von beiläufig 50° bilden. Weiter unten und immer an dieſem Stamme iſt eine zweite Hülſe befeſtigt, von der eine andere Reihe von drei oder ſechs Zweigen wie bei der erſten Reihe ausgeht, die aber mit dem Horizont nur einen Winkel von 10 bis 15° bilden und ſich unter den Intervallen der Zweige der oberen Reihe befinden.

Bei dem Garbenſyſtem beſteht der Blitzableiter aus einer Centralſtange (Fig. 11) und neun oder dreizehn Seitenzweigen, die in eine Art von Gefäß eingelaſſen ſind, aus dem ſie garbenförmig hervorſproſſen. Die Oeffnung dieſes Gefäßes iſt mit einem Stöpſel geſchloſſen, der ſo viele Löcher hat als Zweige ſind. Dieſe Löcher ſind ſo gebohrt, daß die einmal hineingeſteckten Zweige, je nachdem der Blitzableiter neun oder dreizehn Zweige hat, zwei concentriſche Reihen nach Fig. 12 und 13 bilden. Die Zweige, die in die Löcher der excentriſchſten Reihe eindringen, ſind ſo geſtellt, daß ſie mit dem Horizont einen Winkel von etwa 10 bis 15° bilden, die der andern Reihen ſind gegen dieſelbe Linie beiläufig 50° geneigt. Die Oberfläche des Stöpſels iſt convex und zwar mehr oder weniger je nach der Neigung, die man den Zweigen zu geben beabſichtigt (Fig. 15). Der



Digitized by Google

Fuß der Zweige hat einen Absatz, so daß man diese mittels eines reiherfußförmigen Hebels herausheben kann, wenn es erforderlich ist (Fig. 14).

Von diesen beiden Formen der Spitzen der Auffangstangen scheint die Aehrenform die vortheilhafteste zu sein, nicht, weil sie Perrot selbst in Bezug auf die schützende Wirksamkeit als solche empfiehlt, sondern weil sie auch mehr als die andere sich zu der aufstrebenden Form hinneigt, die man gewöhnlich der Bekrönung der Dächer gibt, und in der That stellt ein Dachfirst oder eine Thurmspitze, die mit einem Blitzableiter mit ährenförmiger Auffangstange (Fig. 16) bekrönt ist, ein angenehmeres Bild dar, als wenn diese in Garbenform wäre (Fig. 17).

Herr Perrot ist der Ansicht, daß die Wirkung seines Blitzableiters durch die geräuschlose Entladung einer anrückenden Gewitterwolke mehrere hundertmal größer ist als bei dem gewöhnlichen Blitzableiter.

Seit jener Zeit, wo dieser gelehrte Physiker die Modificationen und Vervollkommnungen angegeben, welche nach seiner Meinung in der Construction der Blitzableiter einzuführen sind, muß es gewissermaßen auffallend erscheinen, daß die Akademie der Wissenschaften ihre Ansicht über diese vorgeschlagenen Aeußerungen noch nicht kundgegeben. Ohne Zweifel hat Perrot von Seiten berühmter Gelehrten, wie Babinet, Gavarret und du Moncel die Anerkennungszeugnisse seiner Bestrebungen erhalten, wodurch er einen großen Einfluß gewinnt; bedauernswerth aber ist es, daß solche Arbeiten, welche der Art sind, daß sie der Gesellschaft die größten Dienste leisten können, bei jenem gelehrten Körper, dessen schönste Aufgabe es sein muß, das Publikum über die Tragweite wissenschaftlicher Entdeckungen aufzuklären, noch nicht die gehörige Berücksichtigung gefunden haben.

Verbindung der Leitung mit der Auffangstange eines Blitzableiters. — Die nachstehenden Details sind der Instruction über die Blitzableiter entlehnt, welche die Akademie der Wissenschaften am 23. April 1863 genehmigt hat.

„Am Fuß der Stange, 0m08 vom Dachfirst entfernt, befindet sich ein an die Stange selbst angelötheter Absatz (Fig. 19), welcher den Zweck hat, das an der Stange abfließende Regenwasser abzuleiten."

„Unter dem Absatz hat die Stange einen Ring mit Charnieren und zwei Lappen (Fig. 19), zwischen denen das Ende der Leitung mittels eines Bolzens eingeklemmt wird. Auch kann man die in Fig. 18 dargestellte Verbindung anwenden, und endlich kann man noch einen Zapfen an die Stange anlöthen und daran die Leitung befestigen; es hat aber dieser Zapfen den Nachtheil, daß die Stange gerade an dem Punkte geschwächt wird, wo sie die größte Widerstandsfähigkeit bieten sollte; jedenfalls sind die vorigen Verbindungsmethoden vorzuziehen."

„Wenn man als Leitung ein Drahtseil anwendet, so verbindet man es mit der Auffangstange durch starkes Einklemmen mittels eines Bolzens zwischen die beiden Backen eines Ringes, die etwas concav und an einigen Punkten rauh gemacht sind, um das Seil besser zu fassen und zu halten (Fig. 20)."

Perrot hat eine Methode zur Verbindung der Auffangstange und der Leitung, welche eine vollkommenere Berührung beider Theile verspricht; sie hat den Zweck die Leitung und die Stange mittels zweier identischen Flächen, die gegeneinander gelegt und verbolzt werden (Fig. 21), in Verbindung zu bringen. Um das Rosten zwischen den beiden Flächen zu verhüten, verzinnt man sie, ehe man sie in gegenseitige Berührung bringt.

Befestigung der Auffangstange an das Dach der Gebäude. — Die Instruction schreibt darüber folgendes vor:

„Die Auffangstange der Blitzableiter wird je nach den localen Verhältnissen an das Dach befestigt. Soll sie über ein Gebinde gestellt werden wie in Fig. 22, so bohrt man ein Loch in die Firstpfette für den Durchzug der Stange, und befestigt sie an die Hängesäule mit mehreren Bügeln."

„Soll die Stange an die Firstpfette selbst, z. B. bei A (Fig. 23), befestigt werden, so bohrt man in dieselbe ein Loch von demselben Querschnitt als die Stange (Fig. 23 E) und befestigt darüber und darunter mittels vier Bolzen oder zweier verbolzten Bügel, welche die Firstpfette einklemmen, zwei eiserne Platten von 0m02 Stärke, jede mit einem Loch, das dem im Holze correspondirt. Die Stange legt sich mittels eines kleinen Ringes auf die obere Platte, und drückt sie an dieselbe durch eine Schraubenmutter an dem untern Ende der Stange, wodurch auch die untere Platte angezogen wird."

Diese Anordnung ist in so fern mangelhaft, als der Fuß der Stange keinen gehörigen Stützpunkt hat und bei einem großen Sturme von der Firstpfette abgerissen werden könnte; auch müßte man, wie die Instruction sagt, „wenn man es kann, die Stange unterhalb der Firstpfette, z. B. an die Stützbänder bei B in Fig. 23, befestigen. In diesem Falle löthet man an das Ende der Stange zwei Lappen, welche

Digitized by Google

Fig. 1.

Fig. 2.

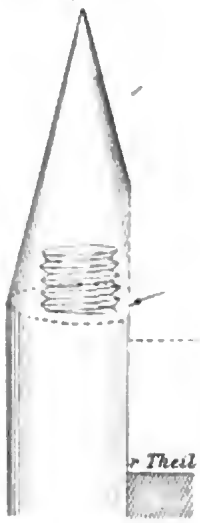


Fig. 11.

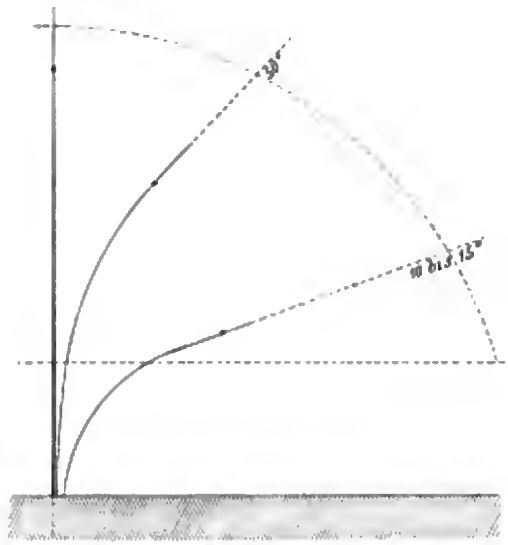


Fig. 12.

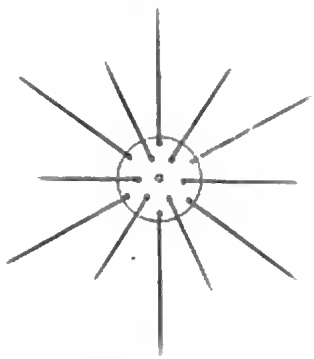


Fig. 13.

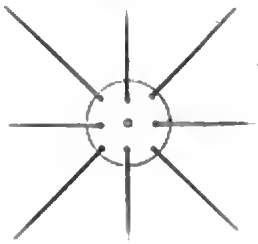


Fig. 22.

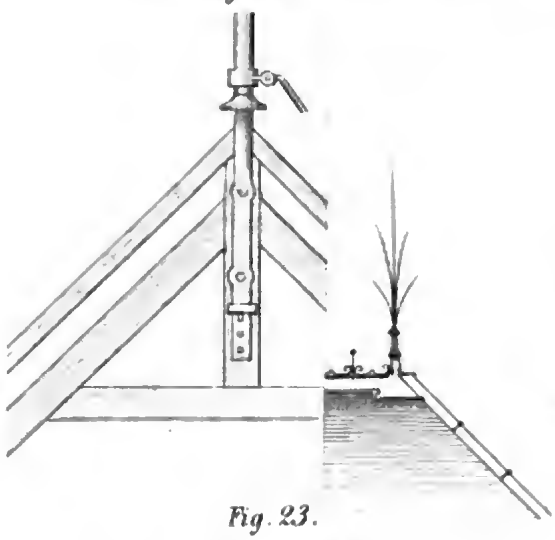


Fig. 18.

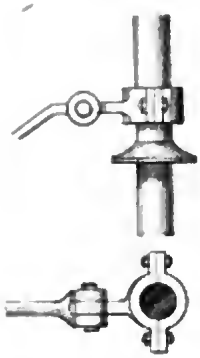


Fig. 19.

Fig. 20.

Fig. 21.

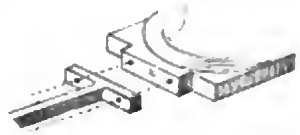


Fig. 23.

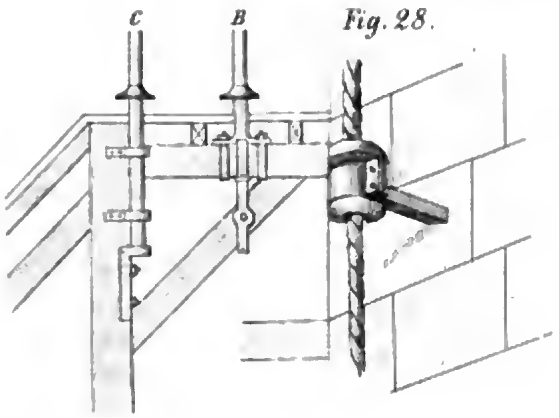
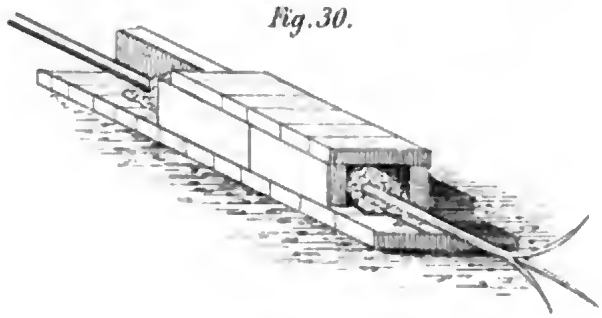



Fig. 28.

Fig. 29.

Fig. 30.





Digitized by Google

die obern und die Seitenflächen der Firstpfette umfaſſen und bis zum Stützband gehen, woran man ſie mittelſt Bolzen befeſtigt. Man kann oft, und es würde dies das ſolideſte Syſtem ſein, die Stange an einer Hängeſäule oder an einem Stiel hinabgehen laſſen und ſie an den letzteren mit Krampen befeſtigen, von denen ſie wie von einem Halsbande umſchloſſen wird (Fig. 23 bei C).

„Soll endlich der Blitzableiter über einem Gewölbe aufgeſtellt werden, ſo gibt man dem untern Ende drei oder vier Klauen oder Strebebänder, die man in dem Stein befeſtigt.“

Man kann ſich überzeugen, daß dieſe verſchiedenen von der Akademie empfohlenen Mittel alle mehr oder minder mangelhaft ſind und daß ihr Ziel darauf hinausgeht, die Verbandſtücke des Dachſtuhls, deren Querſchnitt nach dem Gewicht der darauf laſtenden Eindeckung, keineswegs aber mit Rückſicht auf einen darüber zu ſtellenden Blitzableiter beſtimmt iſt, zu verſchlechtern oder wenigſtens zu belaſten. Wenn ein im Bau begriffenes Gebäude mit Blitzableitern armirt werden ſoll, ſo wäre es ſehr vernünftig vor dem Abbinden des Dachſtuhls die Stellen für die Aufſtellung der Blitzableiter zu beſtimmen und folglich die nöthigen Anordnungen zu deren Verſtärkung zu treffen.

Es iſt ſtets mit großen Schwierigkeiten verbunden, den feſten Stand der Auffangſtange des Blitzableiters ſo zu ſichern, daß dieſe, wenn ſie einmal an den Dachſtuhl befeſtigt iſt, ganz oder beinahe ganz genau in einer ſenkrechten Stellung verbleibt, wie es doch ſein ſoll. Es iſt dies um ſo ſchwieriger zu erreichen als das Schwinden der Hölzer, der Wind u. ſ. w. Uebelſtände ſind, welche die ſenkrechte Stellung der Auffangſtange beeinträchtigen können.

Dieſem großen Nachtheile begegnet Perrot dadurch, daß er das Ende ſeiner Stange in einen eiſernen Cylinder von $0^m06$ Durchmeſſer und $0^m20$ Höhe gehen läßt, durch deſſen Wände acht convergirende Schrauben zur Stange gehen, durch welche dieſe angezogen und ſtets in ſenkrechter Stellung erhalten werden kann.

Es iſt unnütz die Bemerkung zu machen, daß die Einſetzung der Stange durch dieſe Vorrichtung außerordentlich erleichtert wird, da man den Cylinder für ſich allein am Dachwerk befeſtigen kann, ohne ſich um ſeine ſenkrechte Stellung zu bekümmern, dann aber die Stange einſetzt und ſie mittels der Schrauben gehörig ſtellt.

Conſtruction der Leitung. — Die Leitung eines Blitzableiters beſteht aus mehreren eiſernen, runden oder quadratiſchen Stangen, die mit den Enden zuſammenſtoßend miteinander verbunden ſind. Dieſe Stangen haben gewöhnlich $0^m015$ bis $0^m020$ im Durchmeſſer. Nothwendig iſt es, daß ihre Verbindung mit der größten Sorgfalt ſtattfindet, denn es iſt von der größten Wichtigkeit, daß zwiſchen ihnen keine Lücke exiſtire. Die Inſtruction der Akademie räth den Hakenkamm mit zwei durchgehenden Bolzen an. Wir ſind aber der Meinung, daß die auf dieſe Weiſe miteinander verbundenen Stangen durch den Roſt leicht getrennt werden können. Wir haben Leitungen geſehen, deren verſchiedenen Stangen durch Zapfen verbunden waren; an dem untern Ende dieſer Stangen befand ſich das Zapfenloch und an dem obern Ende der Zapfen, ſo daß das Waſſer nicht dazwiſchen eindringen konnte. Da wo die Stangen verbunden waren, war ein Bolzen durchgezogen.

Perrot verbindet die verſchiedenen Theile der Leitung mittels einer beſondern Vorrichtung, welche den Vorzug vor allen andern gebräuchlichen zu haben ſcheint. Jede einzelne Stange der Leitung iſt an dem einen Ende mit einem rechtsgehenden, am andern Ende mit einem linksgehenden Schraubengang verſehen. Das obere und das untere Ende von zwei aufeinander folgenden Stangen werden (Fig. 24) in eine $0^m08$ lange Schraubenmutter B eingelaſſen und halb rechts, halb links gedreht, ſo daß ſie, wenn man ſie nach einer Richtung dreht, gleichzeitig die beiden Schrauben erfaßt und die beiden Stangen ſo zuſammenbringt, daß ſie ſich berühren. Dieſe Berührung wird dadurch noch vollſtändiger gemacht, daß man jedes Stangenende ſtark mit Zinn verſieht. Damit ſich aber die Stangen, wenn man ſie mittels der Schraubenmutter zuſammenbringt, nicht mit ihr drehen, bedient man ſich der Vorrichtung A (Fig. 24), welche ein Bügel von Quadrateiſen mit zwei Schenkeln iſt, deren Enden ſo gekrümmt ſind, daß ſie die ebenfalls quadratförmigen Stangen umfaſſen. Der die Leitung zuſammenſetzende Arbeiter hält das Ende A in der linken Hand, während er mit der rechten Hand die Schraubenmutter B dreht. Man kann ſich kein einfacheres und zweckmäßigeres Mittel denken, um die vollkommene Berührung der verſchiedenen Theile einer Leitung zu bewirken.

Wenn man in den Fall kommen ſollte, ein Drahtſeil als Leitung anzuwenden, ſo ſtellt man ein ſolches gewöhnlich aus vier Litzen her, deren jede aus fünfzehn Eiſendrähten beſteht. Damit die Luft und die Feuchtigkeit keine Wirkung darauf ausüben können, theert oder noch beſſer galvaniſirt man jede Litze, bevor man ſie zu einem Seile dreht. Da die Leitung alsdann aus einem einzigen Stück beſteht, ſo ver-

Digitized by Google

meidet man die ſo heikliche Arbeit der Verbindungen und vermindert den Uebelſtand vorkommender Lücken, welche ſtets zu fürchten ſind, wenn man ſich eiſerner Stangen bedient. Auf der andern Seite hat die Biegſamkeit der Drahtſeile den Vortheil, daß ſie ſich leicht anbringen laſſen, und daß es folglich zur Sicherung der Leitung nicht nothwendig iſt, alle vorſpringenden Theile des Gebäudes damit in Verbindung zu ſetzen.

Wenn die Leitung der Fläche eines Daches von großer Höhe folgen ſollte, ſo hat die Anwendung eines Drahtſeiles inſofern große Vortheile vor den aus eiſernen Stangen hergeſtellten Leitungen, als das erſtere aus einem einzigen Stück beſteht und daß es wie bei den letztern nicht nothwendig iſt, auf der Dachfläche in gewiſſen den Verbindungspunkten der Stangen entſprechenden Entfernungen eiſerne Klammern anzubringen, welche ſtets eine Urſache der Verſchlechterung ſind.

Was die Mittel betrifft, die Feſtigkeit der Leitung zu ſichern, indem man ſie in gewiſſen Entfernungen an dem Dache und an den Mauern eines Gebäudes befeſtigt, ſchlägt die Akademie die folgenden Anordnungen vor:

„Die Leitung wird bei 0m 10 oder 0m 15 parallel mit dem Dache von gabelförmigen Krampen gehalten, die mit einer Klaue verſehen ſind, welche an eine Bleiplatte befeſtigt wird, die man auf einen Sparren nagelt und den Zweck hat das Eindringen des Waſſers zu verhindern. Die Krampe wird ſo gebogen, daß ſie mit der Platte entweder einen rechten Winkel wie in Fig. 25 oder einen Winkel bildet, der demjenigen gleich iſt, welchen das Dach mit der Senkrechten macht (Fig. 26). Die Leitung wird in jeder Gabel durch einen angenieteten Stift feſtgehalten, und die Krampen werden in Abſtänden von 3m 0 von einander angebracht.“

„Am Ende der Drahtfläche wird die Leitung über das Hauptgeſims gebogen, ohne aber daſſelbe zu berühren und ſo, daß ſie gegen die Mauer gelegt werden kann, längs der ſie durch in die Mauer eingelaſſene Krampen befeſtigt wird, welche an ihrem Ende mit einer Art von Halsband in zwei Theilen verſehen ſind, welche die Stange umfaſſen.“

In der Fig. 27 und 28 ſind zwei verſchiedene Krampen dargeſtellt. Bei den erſten iſt die Leitung im Aufriß gezeichnet und von Rundeiſen gedacht. Die Krampe iſt in der Mauer befeſtigt und hat am andern Ende zwei, einen Ring um die Stange bildende Lappen, welche mittels eines Schlüſſels zuſammengedrückt werden, der an den Enden des Ringes eingeſchraubt wird.

Die zweite Krampe unterſcheidet ſich von der erſten nur durch das Halsband. In Fig. 28 iſt angenommen, daß die Leitung ein Drahtſeil iſt, das durch einen von dem Halsring gehaltenen Iſolator geht. Dieſe Vorſichtsmaßregel, welche man früher genommen und jetzt noch manchmal nimmt, um die Leitung durch Iſolatoren von Glas oder Guttapercha von den Baulichkeiten zu iſoliren, wird jetzt als ganz unnütz betrachtet.

Wir kehren zu der Inſtruction der Akademie zurück.

„In einer Entfernung von 0m 50 bis 0m 55 über dem Erdboden wird die Leitung ſenkrecht zur Mauer gebogen und in dieſer neuen Richtung auf 4 bis 5m 0 verlängert, worauf ſie in einen Brunnen oder in ein Loch verſenkt wird, das ſo tief gegraben werden muß, bis das Waſſer hervortritt.“ (Wir haben vorher bemerkt, warum es Perrot zufolge vortheilhaft iſt, dieſem Brunnen oder dieſem Loche große Dimenſionen zu geben).

„Wenn man für die Leitung ein Drahtſeil verwendet, ſo muß daſſelbe bis 2m 0 über dem Erdboden reichen, wo man es mit einer eiſernen Stange von 0m 015 bis 0m 025 in Quadrat verbindet, womit die Leitung abgeſchloſſen iſt (Fig. 29).“

„Um zu verhüten daß die Leitung in unmittelbare Berührung mit der Erde und der Feuchtigkeit trete und folglich verdorben werde, läßt man ſie in einen mit Kohlen angefüllten Trog laufen (Fig. 30), der auf folgende Weiſe conſtruirt wird. Nachdem man in den Boden einen Einſchnitt von 0m 55 bis 0m 60 Tiefe gegraben, legt man auf die Sohle desſelben eine flache Ziegelreihe, an deren Ränder Ziegeln hochkantig geſetzt werden; auf die flachen Ziegeln bringt man eine Schicht Bäckerkohle von 0m 01 bis 0m 04 Stärke und legt die Leitung darüber; dann füllt man den übrigen Raum mit dieſer Löſchkohle aus und legt darüber eine Schicht flacher Ziegeln. Man kann auch zur Bedeckung des Troges Dachziegel, Stein oder Holz verwenden. Dieſe Löſchkohle hat nicht bloß den Vortheil das Roſten des Eiſens in der Erde zu verhindern, ſie iſt auch ein Elektricitätsleiter und erleichtert das Eindringen des Blitzes in den Boden.“

„Die von dem beſprochenen Troge ausgehende Leitung bringt durch die Mauer in den Brunnen, in den ſie hinabgehen muß, und verſenkt ſich der Art in das Waſſer, daß ſie ſtets, wenigſtens bei dem niedrigſten Waſſerſtande, 0m 65 eingetaucht iſt. Ihr Ende ſchließt gewöhnlich mit zwei oder drei Wurzeln ab, um die Ausſtrömung des elektriſchen Fluidums ins Waſſer zu erleichtern. Wenn der Brunnen im Innern des Gebäudes gegraben worden iſt, ſo durch-

Digitized by Google

bricht man die Mauer des letzteren unter dem Boden und führt die Leitung durch dieſe Oeffnung in den Brunnen.

„Wenn es ſich ereignet, daß mehrere Leitungen in ein und demſelben Brunnen enden müſſen, ſo verſchweißt man ſie alle mit einer gemeinſchaftlichen Stange, welche allein in das Waſſer geht und deren Querſchnitt auf 10 bis 12 Quadratcentimeter beſtimmt werden kann.“

„Wenn kein Brunnen zur Verfügung ſteht, um die Leitung des Blitzableiters hineinzuführen, ſo bohrt man mit einem Erdbohrer von $0^m13$ bis $0^m16$ Durchmeſſer ein Loch von 3 bis $5^m0$ Tiefe, in das die Leitung ſo hinabgeht, daß ſie genau die Mitte des Loches einnimmt, worauf man den leeren Raum mit Kohle anfüllt, die ſo viel als möglich geſtampft wird. Will man es aber an gar nichts fehlen laſſen, um einen Blitzableiter herzuſtellen, ſo wird man wohl thun ein viel breiteres Loch von wenigſtens $5^m0$ Tiefe niederzutreiben, und wenn man kein Waſſer findet, ſo muß man die Leitung mit mehreren Enden ausgehen laſſen, dieſe mit Kohle umhüllen, wenn ſie nicht ins Waſſer reichen, und mit derſelben auch die Leitung in dem Trog umſchließen, der damit ganz angefüllt wird.“

„Bei trockenem Terrain, wie z. B. einem Felſen, gibt man dem Einſchnitt für die Leitung eine Länge von wenigſtens dem Doppelten derjenigen, welche für ein gewöhnliches Terrain beſtimmt wurde, und ſelbſt noch eine größere, wenn es möglich wäre bis zu einer feuchten Stelle vorzudringen. Wenn es die Localität nicht geſtattet, den Einſchnitt nach der Länge anzulegen, ſo macht man andere, querlaufende, worin man kleine eiſerne Stangen ſtellt, die man ebenfalls mit abgelöſchter Bäckerkohle umſchließt und ſie mit der Leitung in Verbindung bringt. In allen Fällen muß das Ende dieſer letzteren in ein weites Loch fallen, ſich darin in mehrere Zweige theilen und mit Bäckerkohle oder mit anderer ausgeglühter Kohle umſchloſſen werden.“

Dieſe Notizen ſind aus den über die Conſtruction der Blitzableiter erlaſſenen Inſtructionen beiläufig diejenigen, welche unſere Leſer intereſſiren dürften. Der Schutz der Gebäude gegen den Blitz iſt bekanntlich eine jener Fragen, über welche ſich die Wiſſenſchaft noch nicht auf eine definitive Weiſe ausgeſprochen hat. Die von der Pariſer Akademie ausgehenden Inſtructionen ſind im eigentlichen Sinne des Wortes nur Vorſchläge und wir haben geſehen, wie viele derſelben modificirt werden müſſen. Es läßt ſich erwarten, daß dieſe gelehrte Geſellſchaft derſelben Anſicht iſt, wenn es ſich beſtätigt, daß ſie den Verkauf der Sammlung ihrer Inſtructionen ſeit einiger Zeit aufgehoben hat. Die Erfahrungen Perrots werfen ein ganz neues Licht über die ſchützende Wirkung der Blitzableiter und das Reſultat derſelben wird die Beweisführung von der Unzulänglichkeit der bisherigen Blitzableiter haben. Wie uns bekannt, beſchäftigt ſich dieſer Gelehrte mit neuen Unterſuchungen zur Aufklärung vieler noch jetzt im Dunkeln liegenden Punkte, und werden wir es nicht unterlaſſen, unſere Leſer ſeiner Zeit von ſeinen Entdeckungen in Kenntniß zu ſetzen.

---

## Neues Verbindungsſyſtem für Holzconſtructionen.

(Mit Zeichnungen auf Seite 121.)

Die Methoden, welche man gewöhnlich anwendet, um Hölzer miteinander zu verbinden, ſind mit großen Uebelſtänden verbunden, wenn man ſie bei Gegenſtänden gebrauchen muß, welche in der Eile zuſammengeſetzt oder auseinandergenommen werden müſſen, wozu viel Zeit erforderlich iſt, wenn die Arbeit gehörig gemacht werden ſoll. Bei Feuersbrünſten z. B. iſt es ſchon oft vorgekommen, daß ein beträchtlicher Schaden dadurch entſtand, daß man größere Gegenſtände nicht retten konnte, weil ſie nicht ſchnell genug auseinandergenommen werden konnten. Es wäre daher ſehr vortheilhaft, eine Verbindungsmethode einzuführen, die von der Art iſt, daß man irgend ein permanentes oder proviſoriſches Object vorkommendenfalls augenblicklich auseinanderlegen und ſpäter wieder zuſammenſetzen kann, ohne daß die Feſtigkeit dadurch beeinträchtigt wird. Durch das auf Seite 121 dargeſtellte Syſtem ſoll dieſer Zweck erreicht werden.

Es ſeien zwei Hölzer miteinander zu verbinden und zwar nach Fig. 1 ein Ständer und ein Riegel. Der letztere hat einen wenig vorſpringenden Zapfen, der in ein correſpondirendes Zapfenloch des Ständers eingreift; ferner werde durch dieſe beiden Hölzer eine eiſerne Stange (Fig. 2) geſteckt, deren Durchmeſſer gleich iſt dem Querſchnitt des Zapfenloches. Dieſe Stange wird einerſeits in den

Digitized by Google

Ständer geſchraubt, und anderſeits bringt ſie in den Riegel bis und jenſeits eines concaven Einſchnittes ein, der in Fig. 4 im Profil dargeſtellt iſt. Hier iſt der Ständer und der Riegel anſtatt durch Zapfen mittels hölzerner oder eiſerner Bolzen verbunden, wie es im linken Theil der Figur mit punktirten Linien angegeben iſt. Das Ende der Stange, die durch die beiden Hölzer geht, hat (Fig. 2) ein Auge, durch das ein eiſerner Splint (Fig. 3) geſteckt wird, um die Verbindung anzuziehen und ihre Feſtigkeit zu ſichern. Dieſes Auge muß eine ſolche Länge haben, daß der eben erwähnte Einſchnitt es nicht gänzlich bedecke, denn damit ein gehöriger Anſchluß ſtattfindet, iſt es erforderlich, daß ſich der Splint einerſeits gegen die Stange und anderſeits gegen das Holz ſelbſt legt wie aus dem untern Theil der Fig. 4 zu erſehen iſt. Um zu verhüten, daß der Splint das Holz beſchädige, indem er ſtark eingetrieben wird, ſchützt man das letztere durch zwei in dem rechten Theil der Figur 4 punktirt angegebene Spitzen. Offenbar kann es nichts leichteres geben als zwei auf dieſe Weiſe miteinander verbundene Hölzer augenblicklich zuſammenzuſetzen und wieder auseinanderzunehmen.

Um das Anziehen des Splints zu bewirken, kann man ſich eines Schlüſſels (Fig. 5) mit zwei Zinken bedienen, von denen der eine in den den Splint tragenden Einſchnitt, der andere aber in ein kleines Loch eingreift, das dem Einſchnitt gegenüber in dem Holze angebracht iſt, wie man aus dem linken Theil der Fig. 4 erſieht. Hält man den Stiel dieſes Schlüſſels in der Hand, ſo macht man eine Bewegung von links nach rechts oder umgekehrt, je nachdem der Splint angezogen oder weggenommen werden ſoll; es iſt indeſſen zu bemerken, daß es immer bequemer iſt ſich zu dieſem Zweck eines Hammers zu bedienen, ſo oft man es thun kann.

Da das eine Ende der durch die beiden verbundenen Hölzer gehenden Stange in das eine derſelben mit ſeiner Schraube einſchneidet, ſo iſt es immer ſehr leicht, dieſe Stange nach Belieben zu verlängern oder zu verkürzen, ſo daß der Splint ein gehöriges Anziehen bewerkſtelligen kann.

In Fig. 6, 7, 8, 9 und 10 ſind verſchiedene Verbindungen dargeſtellt, die man auf dieſe Weiſe bewirken kann. In Fig. 11 iſt eine Verbindung mit ſchrägem Blatt und in Fig. 12 die Füllung einer Thür oder irgend eines andern Gegenſtandes der Tiſchlerei dargeſtellt, deſſen Ständer und Riegel auf ſolche Weiſe verbunden werden.

In Paris koſtet das Eiſen für jede Verbindung 0,35 Franc pro Stück.

---

## Heberförmiger Gußſtein und Abtrittscloſet.

Von Vigneulle, Architekt.

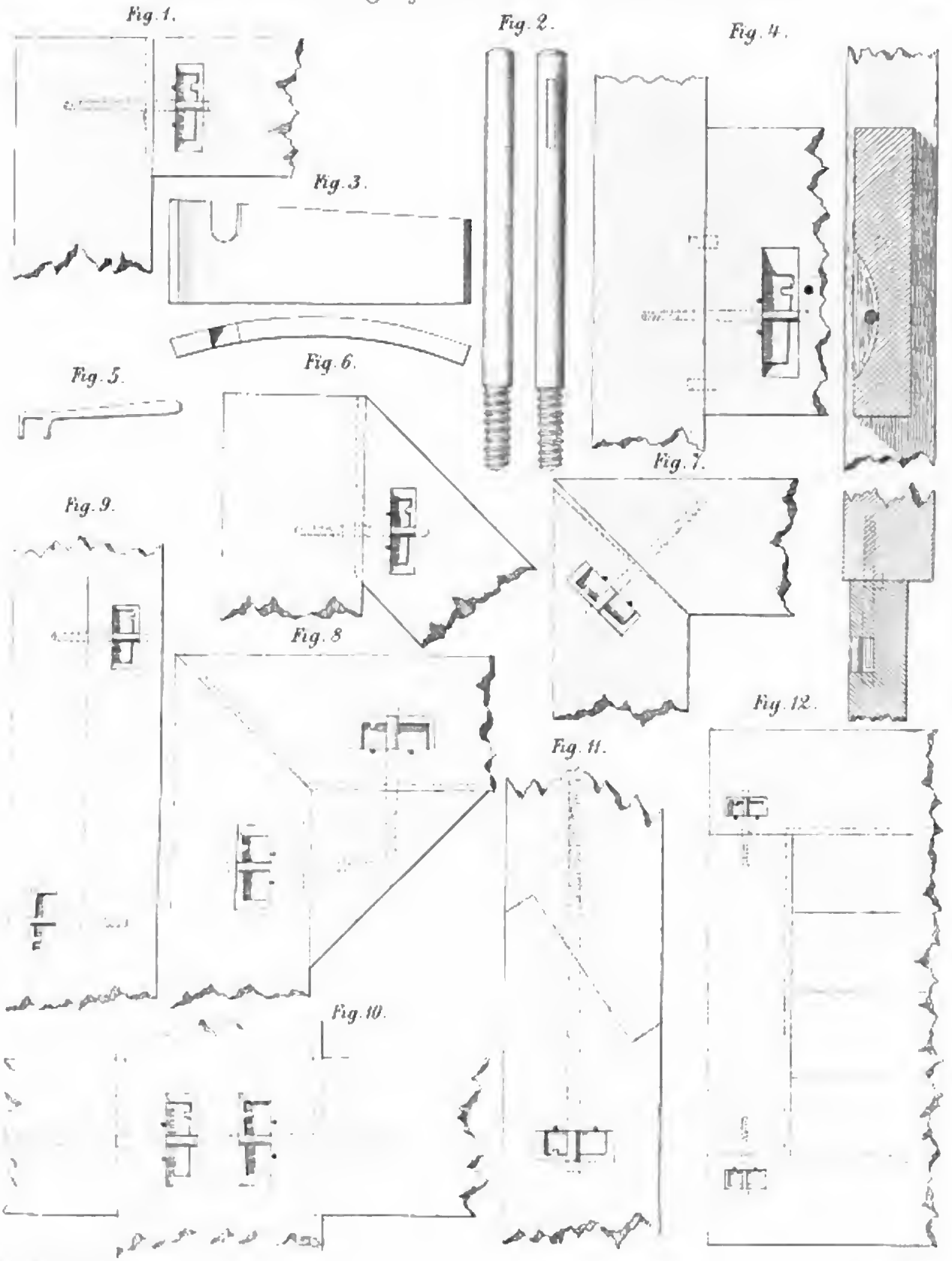
(Mit Zeichnungen auf Seite 123.)

Der in Fig. 1—7 Seite 123 dargeſtellte Gußſtein wird an der Oeffnung der Röhren angebracht, welche das Haus- oder Regenwaſſer in die Straßenkanäle leiten. Er beſteht aus drei gußeiſernen Theilen; der erſte (Fig. 3) iſt der Mantel, eine Art von Trichter, deſſen unterer in die Röhre eingreift, und deſſen oberer Theil innere Ränder hat, welche eine Rinne bilden; der zweite (Fig. 2) iſt der eigentliche Gußſtein oder die Schale, welche in der Mitte koniſch iſt und ſo auf den vorigen Theil geſetzt wird, daß die drei daran befindlichen Schnäbel auf die Ränder des Trichters zu liegen kommen; der dritte Theil, der Verſchluß, bedeckt theilweiſe den zweiten Theil und greift in die Rinne des Mantels ein. Fig. 4 iſt die obere Anſicht und Fig. 5 der Durchſchnitt dieſer drei Theile, wenn ſie zuſammengeſetzt ſind; die Pfeile geben die Richtung an, welche das Waſſer nimmt, das in dieſen Ausguß gegoſſen wird. Der zweite Theil dieſes Syſtems, die Schale, iſt wie erſichtlich der Art geſtaltet, daß eine Quantität Waſſer, welche hinreichend iſt, die aus der Röhre aufſteigenden Gerüche abzuſchließen, in dem concaven Theil ſtets vorhanden ſein kann.

Wenn die Schale zufällig verſtopft werden ſollte, ſo iſt es ſehr leicht ſie zu reinigen, indem man die beiden beweglichen Theile wegnimmt.

Dieſer Gußſtein iſt ſowohl im Innern der Häuſer wie auf den Höfen anwendbar und hat den Vortheil, daß durch die Röhren kein Ungeziefer in die Wohnungen dringen kann. In Fig. 6 und 7 iſt der Grundriß, der Längendurchſchnitt und der Querdurchſchnitt dieſes Syſtems dargeſtellt, wie es bei einer Traufrinne eingerichtet werden

Digitized by Google






Digitized by Google

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4

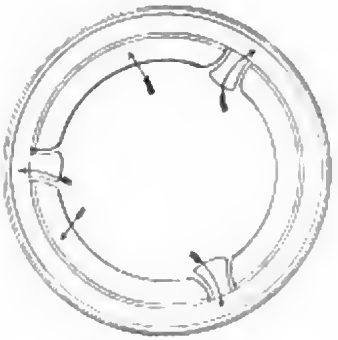


Fig. 5.

Fig. 7.

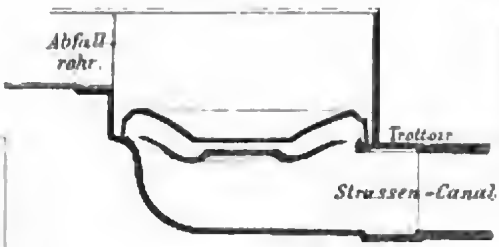



Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 6.

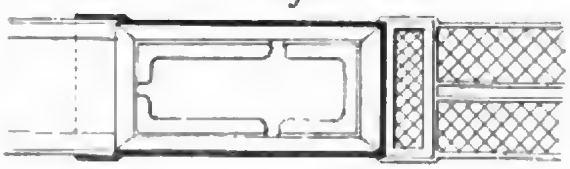


Fig. 13.

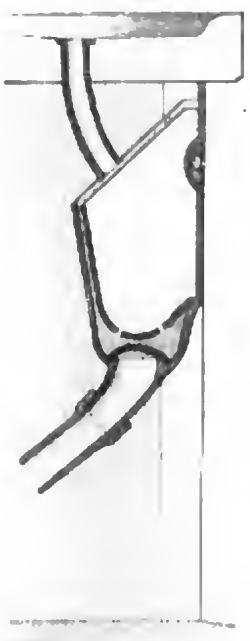


Fig. 10.

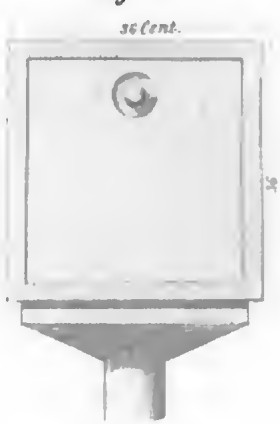
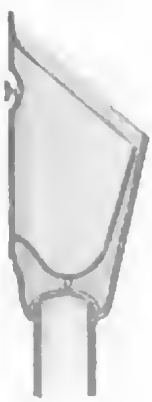



Fig. 11.

Fig. 12.





Digitized by Google

kann, welche das Waſſer nach außen abführt. Wenn Fröſte eintreten, ſo wird es immer ſehr leicht ſein, das Verſtopfen der Schale zu verhindern oder demſelben augenblicklich abzuhelfen. Uebrigens iſt zu bemerken, daß die concaven Formen der verſchiedenen Theile dieſes Ausguſſes den Wirkungen des Froſtes nicht günſtig ſind. Bei großen Regengüſſen, wo der Abfluß des Waſſers in möglichſter Geſchwindigkeit erfolgen muß, kann man denſelben dadurch fördern, daß man die beiden beweglichen Theile wegnimmt.

Der Preis dieſer Apparate beläuft ſich, je nach ihren Dimenſionen und den localen Verhältniſſen ihrer Anbringung, auf 30 bis 60 Francs. —

Die in den Wohnhäuſern gewöhnlich zur Anwendung kommenden Abtrittscloſets bewegen ſich in der Regel mit Zapfen oder Charnieren und befinden ſich in einer Art von Gehäuſe, woran ſie befeſtigt ſind; die Folge dieſer Conſtruction iſt der Uebelſtand, daß bei vorkommenden Verſtopfungen meiſtentheils Maurer oder Schloſſer herbeigeholt werden müſſen, um den Apparat wegzunehmen und wieder zu verſetzen; außerdem iſt es ſelten, daß nicht die aus dem Abfallrohr aufſteigenden Ausdünſtungen ſich in das Gebäude verbreiten.

Der in Fig. 9 — 13 dargeſtellte Apparat hat den Zweck dieſen Uebelſtänden abzuhelfen. Die Cuvette iſt beweglich, man kann ſie alſo bei verſtopftem Rohre wegnehmen und die Gegenſtände, welche den Abfluß verhinderten, beſeitigen. Außerdem iſt ſie an dem unteren Theile mit einem Verſchluſſe verſehen, der einen Heber vertritt und keine Ausdünſtungen von unten zuläßt. Die Einrichtung und die Größe des Apparats ſind von der Art, daß man mit einemmale 9 bis 15 Liter (6 bis 10 Seitel) Waſſer hineingießen kann ohne ein Ueberlaufen befürchten zu dürfen.

Die Anwendung dieſes Syſtems als Ausgußſtein bietet dieſelben Vortheile und iſt wie Fig. 13 zeigt nicht minder leicht auszuführen.

Die Koſten dieſes Apparats, außer dem Verſetzen ſind folgende:

| | | |
|---|---|---|
| Gewöhnlicher Apparat ohne Verſchluß | . | 16 Frcs. |
| „ „ mit Verſchluß | . | 18 „ |
| Beſondere Apparate für Gußſteine | . . | 16 „ |
| „ „ für Toilettencabinets | | 25 „ |
| „ „ mit reicher Ausſtattung | | 30 „ |

Gewöhnlich ſind dieſe Apparate von Gußeiſen; man verfertigt ſolche, welche innerhalb ganz oder wo bloß die Klappen emaillirt werden, in welchem Falle die obigen Koſten um 1,50 bis 3,50 Francs ſteigen.

---

## Zimmeröfen mit Luftkaſten und ſenkrechten Rauchzügen.

(Mit Zeichnungen auf Seite 129.)

In meinem Hauſe zu München waren vom Neubau her ſämmtliche heizbare Zimmer mit Kachelöfen beſetzt, welche je zwei eiſerne Durchſichten, wagrechte Rauchzungen und kurze Rauchrohrſtutzen in die ruſſiſchen Kamine hatten. Die Beobachtung, daß die warme Luft in den Durchſichten ſtagnirte, die Bodenbleche der Durchſichten ſich bald durchbrannten, die gußeiſernen Platten darunter ſprangen, überdies die engen wagrechten Rauchzüge viel Ruß erzeugten, daher öfters geputzt werden mußten, andererſeits nach friſch geputzten Oefen der heiße Rauch ungeachtet der faſt zugeſtellten Rauchrohrklappe zu raſch in den Kamin ſtrich, veranlaßten mich an eine Conſtruction zu denken, welche dieſer Mißſtände möglichſt entbehren ſollte.

Anfänglich ſtrebte ich zunächſt eine raſchere Bewegung der erwärmten Luft in den Durchſichten an und kam auf die durch Zeichnung I (Seite 129) dargeſtellte Verbeſſerung derſelben. Die Decke der unteren Durchſicht wurde mit dem Boden der oberen durch eine viereckige Luftröhre von Eiſenblech verbunden, und eine gleiche Röhre auch von der Deckenfläche der oberen Durchſicht durch den darüber befindlichen Ofenraum, über den Deckplatten des Ofens ausmündend, geführt.

Genaue Beobachtungen über die Holzerſparung, welche dieſe Conſtruction, in verſchiedenen Orten an beſtehenden Kachelöfen mit Durchſichten zur Ausführung gebracht, mit Rückſicht auf die Größe der geheizten Räume, der Temperaturgrade und Nutzſtunden, erzielt hat, ergaben einen Minderverbrauch von 20 Procent Brennholz, gegenüber der früheren Oefen ohne ſolche Durchſichtsverbindungen mittels Luftröhren.



Digitized by Google

Ich fand bei dieſer Conſtruction als zweckmäßigſte Größe des wagrechten Querſchnittes der Luftröhren, wenn die Oeffnung ungefähr die Hälfte der Länge und Breite des freiliegenden Theiles der Durchſicht, alſo annähernd ¼ ihrer Quadratfläche einnahm.

Kreisrunde Luftröhren erzielen einen geringeren Effect, da es hier auf möglichſt ſchnelle Erwärmung der Luft, oder auf die Entwärmung des Eiſenbleches ankömmt, mithin dasſelbe einen im Verhältniß zur Querſchnittsfläche möglichſt großen Umfang erhalten muß. Dagegen empfiehlt ſich die runde Form für jene Röhren, in welchen die Wärme möglichſt zuſammengehalten werden ſoll, wie bei den ruſſiſchen Kaminen und bei jenen eiſernen Rauchröhren, welche weniger zur Erwärmung der Luft als für die Abführung des Rauches an ſich dienen ſollen.

Bei der Verbindung der Luftröhre mit den Durchſichten wurde darauf geſehen, daß der Umſchlag der beiderſeitigen Ränder an der Durchſicht und der Röhre ſo ſtattfand, daß in der Richtung aufwärts wohl die Luft in den Rauchraum, nicht aber der Rauch in den Luftraum eindringen konnte, ohne abwärts gehen zu müſſen.

Bei Verſuchen mit dem Kerzenflämmchen bemerkte ich jedoch, daß noch immer keine gleichförmige und genügend ſchnelle Bewegung der erwärmten Luft in den Durchſichten ſtattfand, daß ſich die Kacheln, wie vorher, ungleich erwärmten und der Rauch ſehr heiß durch die Röhre in den Kamin abging. Zur Entfernung dieſer Mißſtände kam ich nach mehreren Verſuchen mit concentriſcher Rauchleitung vom Mittelpunkt des Ofens aus, mit nebeneinander in der Länge des Ofens geſtellten Rauch- und Luftzügen ꝛc. auf die Ziffer II dargeſtellte Conſtruction, welche bei jeder Grundform des Ofens anwendbar iſt und wegen der Unabhängigkeit des Luftkaſtens mit ſeinen Rippen von der äußeren Wand des Kachelofens an dieſem jede beliebige architektoniſche Geſtaltung und Decoration zuläßt.

Es beſtehen darin nur ſenkrechte Rauchzüge und iſt die Länge der wagrechten Uebergänge von einem zum andern auf die geringe Stärke des Bleches reducirt. Da ferner nirgends eine wagrechte Fläche des Blechkaſtens oder der Rippen dem Feuer unmittelbar ausgeſetzt iſt, wird das Eiſen um ſo weniger von demſelben angegriffen und genügt an dem heißeſten Punkte eine geringe Verdopplung des Eiſens, während die übrigen Flächen, welche der heiße Rauch berührt, zu dieſem Zwecke und gegen das Roſten während der Nichtheizung, einfach mit Lehm angeſtrichen werden.

Die Conſtruction, die Größe und Länge des Feuerraumes, ſo weit ſie die Wände, den Roſt und den Aſchenraum betrifft, iſt von der Einrichtung des Luftkaſtens mit Rippeneintheilung unabhängig. Nur die Decke des Feuerraumes muß von genau aneinander gefügten, mit Lehm verſtrichenen feuerfeſten Backſteinen, ſogenannten Kapſelſteinen, hergeſtellt werden, und bleibt für das Aufſteigen des Feuers an dem der Einheizthüre entgegengeſetzten Ende in dieſer Decke eine nach der Länge des Heizraumes vier Duodecimalzolle weite Oeffnung in der ganzen Breite des Heizraumes.

Um hier die ſich entwickelnden Gaſe möglichſt zu verbrennen, werden als ſogenannte Feuerwächter in dieſe Oeffnung mit je 1½ bis 2 Zoll lichtem Zwiſchenraume ſtark mit Lehm umgebene Dachziegelplatten oder Plättchen von feuerfeſter Erde roſtartig eingeſetzt, deren untere Seite jedoch gegen allenfallſige Beſchädigung beim Holzeinlegen etwas über der innern Deckenfläche des Heizraumes liegen muß. Damit ferner bei ungünſtiger Temperatur der Rauch im Heizraume weniger leicht von der inneren Deckenfläche weg durch die Heizthürfuge in das Zimmer treten kann, wird die obere Kante dieſer Thüre 1 bis 1½ Zoll unter dieſer Deckenfläche geſetzt und hiedurch der ſogenannte Rauchfang gebildet.

Die obere Fläche der feuerfeſten Heizraum-Abdeckung wird mit einem ¼ Zoll ſtarken Lehmüberzug genau wagrecht abgeglichen. Während dieſer noch weich iſt, ſoll hierauf der Luftkaſten mit ſeinem Bodenblech genau in wagrechter und ſenkrechter Richtung aufgeſtellt werden.

Die Form und Größe desſelben beſtimmt ſich nach dem äußeren Kern des Ofens folgendermaßen. Als entſprechendſte Breite der Rauchzüge, nämlich zwiſchen den Wänden des Luftkaſtens und den inneren Wänden der durchgängig auszufüllternden Kacheln wurden 4 Zoll für jede Größe des Ofens beobachtet, und da die gefütterten Kacheln 2 Zoll Stärke haben, ſo wird der Luftkaſten genau um 1 Fuß in der Länge und Breite des wagrechten Schnittes kleiner als der Ofenraum im äußeren Kerne gemeſſen.

Die Breite des Luftkaſtens ſoll jedoch nie unter 4 Zoll angenommen werden, da ſonſt die Geſchwindigkeit der erwärmten Luft zu ſehr abnimmt, daher ſich als mindeſtes Breitenmaß des äußeren Ofenkernes für dieſe Conſtruction 1 Fuß 4 Zoll oder zwei Kachelbreiten ergibt.

Die Höhe des Luftkaſtens beſtimmt ſich durch die ſenkrechte Entfernung der inneren Deckenfläche des Ofens von dem Lehmüberzug der feuerfeſten Heizraumabdeckung

Digitized by Google

und erhält das obere offene Ende des Luftkaſtens ringsherum einen wagrechten Bord von 1½ Zoll Breite, auf welchen die innere Abdeckung des Ofens mit Dachplatten zu liegen kommt. Damit hier oben kein Rauch herausdringen und ſich die Ofendecke gleichmäßig mit der Ausdehnung und Zuſammenziehung des Luftkaſtens bei und nach der Heizung heben und ſenken kann, wird in den Luftkaſten ein 4 Zoll hohes, oben und unten offenes Käſtchen von Eiſenblech, ebenfalls oben mit einem wagrechten Borde von 1 Zoll Breite verſehen, locker eingeſteckt und der Bord über der Decke des Ofens genau angepaßt und mit Lehm verſtrichen, ſo daß alſo die ganze Ofenabdeckung zwiſchen dieſen beiden Borden feſtgehalten iſt und ſich mit dem Luftkaſten etwas auf- und abwärts bewegen kann.

Je höher der Luftkaſten, je größer alſo die Höhendifferenz zwiſchen der Ein- und Ausmündung der Luft iſt, deſto größer und raſcher wird die Wirkung deſſelben für die Erwärmung; daher bei größeren Oefen auch ſchon vom Fußboden weg durch den Sockel zwiſchen der umgebenden Mauer des Heizraumes und der Kachelwand die Luft in denſelben eingeführt werden kann. Bei Oefen gewöhnlicher Größe dagegen erhält der Luftkaſten unten einen wagrechten Hals zum Einſtrömen der kalten Luft, in der ganzen wagrechten Länge des Luftkaſtens, von einer Lichthöhe gleich der wagrechten Breite des letzteren, und mit einem ſenkrechten Borde von 1 Zoll Breite verſehen, welcher ſich außen an die Kacheln anlegt und hier mit Lehm verſtrichen wird.

Will dieſer Hals und der gleich hohe Boden des Luftkaſtens in Wohnzimmern zum Einſtellen von warm zu haltenden Gefäßen benutzt werden, ſo kann demſelben auch etwas größere Lichthöhe gegeben und ſeine Mündung, ſtatt wie gewöhnlich gegen die Wand gerichtet, in die vordere lange Fronte des Ofens gelegt, überdies mit Meſſingbord und einem gehörig weit durchbrochenen Meſſing- oder Eiſenblech-Verſchluß verſehen werden.

Bei Oefen in Kinderzimmern, auf welchen gerne Wäſche getrocknet wird, erhält die Oeffnung des in den Luftkaſten eingeſchobenen kleinen Käſtchens ein an deſſen Bord befeſtigtes hoch gewölbtes Drahtgitter von wenigſtens 1½ Zoll im Gevierte weiten Maſchen, an welche die Wäſche der Art aufgelegt oder angebunden wird, daß die warme Luft noch unter derſelben herausdringen kann.

Zu dem Luftkaſten, ſeinem Halſe und zu den Rippen wird das Eiſenblech von derſelben Stärke genommen wie dieſelbe bei den Durchſichten im Gebrauche iſt.

Die Rippen, welche die ſenkrechten Rauchzüge voneinander trennen, werden für ſich aus Blech zugeſchnitten und jede derſelben je nach ihrer Höhe mittels 2 oder 3, zwei Zoll hohen, drei Zoll langen Rechtwinkelblechen an den Luftkaſten der Art befeſtigt, daß ein Winkelarm an die Rippe, der andere an den Luftkaſten angenietet iſt.

Anfänglich ließ ich dieſe Rippen 4 Zoll breit machen, locker an die innere Wand der gefütterten Kacheln anſtoßen und die Fuge leicht mit Lehm verſtreichen. Es zeigte ſich jedoch, daß in Folge ungenauer Bearbeitung der Bleche wie der Kachelfütterung die Rippen ſich an einzelnen Stellen einſpannten, in Folge deſſen bei der Heizung ſchwache Bewegungen an den äußeren Fugen der Kacheln ſichtbar wurden. Obſchon durch dieſelben kein Rauch herausdrang, ſo machten dieſe Ungleichheiten doch einen ſchlechten Eindruck, und ich ließ daher bei den ſpäteren Oefen die Rippen nicht mehr 4 Zoll, ſondern nur 3 Zoll 10 Linien breit anfertigen, ſo daß ſie um 2 Linien von den gefütterten Kacheln frei wegſtehen. Auf die Richtung des Rauches hat dieſer ſchmale Schlitz oder Spalte keinen Einfluß, da derſelbe ſich doch mehr in der Mitte der Züge bewegt und an den Wänden ohnedies Reibung und geringe Geſchwindigkeit ſtattfindet.

Der ſammt Rippen hiedurch ganz frei ſtehende Luftkaſten kann ſich nun ausdehnen und zuſammenziehen, ohne daß er oder die Rippen die Kachelwände verſchieben. Immerhin hat man beim Aufſtellen des Luftkaſtens darauf zu ſehen, daß er ſenkrechte und wagrechte Richtung einhält und deſſen Kern ringsum 6 Zoll von dem äußeren Kerne des Ofens entfernt, alſo die Breite der Rauchzüge von 4 Zoll ſich gleich bleibt.

Die Rippeneintheilung richtet ſich nach der Größe und Form des Ofens. Die Stellung der erſten und letzten Rippe ergibt ſich durch die Länge der Feueröffnung in der Decke des Heizraumes. Je nachdem daher dieſer oben breiter oder ſchmäler iſt, wird es auch dieſer erſte Rauchzug. Wird dieſe Oeffnung länger als der Luftkaſten breit iſt, ſo bilden ſich dieſe zwei Rippen als gebrochene oder Winkel-Rippen. Die Bleche dieſer zwei Rippen ſo wie die zwiſchen hinein treffende Blechwand des Luftkaſtens werden über den Feuerwächtern durch Annietung eines zweiten Bleches von 1 Fuß Höhe gegen zu raſche Abnützung durch das Feuer verſtärkt.

Die übrigen Rippen werden annähernd in gleicher Entfernung des Rauchumfanges der Art eingetheilt, daß ſie je nach der Höhe der Rauchzüge nicht unter 6 Zoll und nicht über 9 Zoll voneinander zu ſtehen kommen. Erfahrungsgemäß bringt es keinen Nachtheil, wenn einzelne Rip-



Digitized by Google

pen wegen bequemerer Befeſtigung derſelben, zur Vermeidung weiterer Winkelrippen, oder wegen paſſender Anbringung der Putzthürchen um ¼ bis 1 Zoll näher oder weiter zu ſtehen kommen als die übrigen, während dagegen letztere drei Punkte nicht außer Acht zu laſſen ſind. Noch wichtiger hiebei iſt es ferner, daß die Zahl der Rauchzüge wo möglich eine ungerade werden ſoll. Wie nämlich aus den Grundplänen erſichtlich, beſteht ein Vorzug dieſer Ofenconſtruction zunächſt darin, daß der letzte Zug ſtets neben den erſten zu ſtehen kommt und nur durch die einzige oben und unten anſtoßende ganze Blechrippe vom erſten getrennt iſt. Mit Beginn der Heizung erwärmt ſich ſogleich dieſe Blechrippe und hiedurch die Luft im letzten Rauchzuge. Hat dieſer Rauchraum nun ſeinen Zug in der Richtung nach oben, was bei ungerader Zahl der Rauchgänge der Fall iſt, ſo ſteigt die warme Luft ſogleich in die Höhe und kommt durch den kurzen Rauchrohrſtutzen in ſteigender Richtung in den Kamin, welcher dann die Luft und der Rauch in den übrigen Gängen nothwendigerweiſe nachgehen. Bei ungerader Zahl der Rauchgänge im Ofen zieht dieſer ſelbſt bei ſchlechtem Kamine gut.

Läßt es eine bequeme paſſende Eintheilung mit Rückſicht auf die Größe des Ofens nicht zu, eine ungerade Zahl im Ofen herzuſtellen, ſo wird der Zug im letzten Rauchgange abwärts gehend. Damit nun der Rauch dennoch in ſteigender Richtung innerhalb des Zimmers wenigſtens in den Kamin geführt werde, iſt es nothwendig zwiſchen Ofen und Wand eine aufſteigende Rauchröhre mit Viertelsbogen in den Kamin anzuwenden. Weniger ſicher und nur bei gut ziehendem ruſſiſchen Kamin zuläſſig erſcheint es, den Rauch des abwärts gehenden letzten Zuges, wie bei dem aufſteigenden letzten Zuge der ungeraden Zahl, mit kurzem waagrechten Rauchrohrſtutzen in den Kamin zu leiten, da in dieſem Falle die in fallender Richtung ankommende warme Luft in einen weiten (ſchlüpfbaren) Kamin ungerne einzieht und leicht zurückgeſtoßen wird.

Auf Seite 129, Ziffer II. iſt die Rippeneintheilung ſechs weiters ausgeführter Oefen dieſer Conſtruction mit der Lage der Putzthürcheu und der äußeren Rauchrohre dargeſtellt.

Damit aber der Rauch in den Zügen cirkulire, ſteht die erſte Rippe oben von der innern Decke des Ofens um ein gewiſſes Maß, die zweite Rippe unten von dem Boden der Rauchzüge ab, ſo daß bei der 1., 3., 5. ꝛc. oder bei der ungeraden Rippenzahl die Uebergangsöffnung immer oben, dagegen bei der 2., 4., 6. ꝛc. oder bei der geraden Rippenzahl dieſelbe ſtets unten ſich befindet, und die letzte Rippe, ob gerade oder ungerade Zahl, ganz geſchloſſen iſt, beziehungsweiſe oben und unten anſteht. Der Querſchnitt dieſer ſenkrechten Oeffnungen ſoll jedoch in ſtetiger Proportion zwiſchen der Fläche der wagrechten Oeffnung in der Feuerraumdecke und der Quadratfläche des Rauchrohres (dieſe als Quadrat des Durchmeſſers berechnet) abnehmen, und da die Breite der Rauchzüge ſich gleich zu bleiben hat, wird dieſer Unterſchied durch allmählige Verminderung der Höhe jener Uebergangsöffnungen bewirkt.

Diejenigen Rippen, welche auf den untern Hals des Luftkaſtens treffen, werden natürlicher Weiſe um die Höhe desſelben kürzer.

Um die Rauchzüge bequem reinigen zu können, wird bei jenen Rippen, welche die Durchgangsöffnung unten haben, alſo bei denjenigen mit geraden Zahlen, je eine Putzöffnung angebracht, ſo daß von dieſer aus immer zwei Züge geputzt werden können. Erfahrungsgemäß wird das Reinigen der meiſten Oefen von dieſer Conſtruction nur einmal, alſo entweder vor oder nach der Einheizzeit vorzunehmen und hiebei beſonders auf die erſteren Putzöffnungen Rückſicht zu nehmen ſein, da ſich hauptſächlich nur Flugaſche bildet und dieſe ſich am ſtärkſten bei den erſten Rauchzügen zunächſt der Durchgangsöffnung der Rippe, alſo auch zunächſt der Putzöffnung niederſchlägt. Von einer Rußbildung in den innerhalb des Ofens befindlichen Rauchzügen zeigte ſich keine Spur. Wo eine Putzöffnung auf den untern Hals des Luftkaſtens trifft, muß der neben dieſem Halſe tiefer liegende Boden desjenigen Rauchzuges, der von jener Putzöffnung aus gereinigt werden ſoll, bis auf die obere Höhe des Halſes mit Lehm und Backſteinſplitter ausgeglichen werden.

Bei gerader Zahl der Rauchgänge wird der letzte Zug, je nachdem ein aufſteigendes Rauchrohr, oder nur das kurze wagrechte Stutzenrohr angewendet iſt, entweder durch eine abnehmbare Bodenkapſel des Rauchrohres, oder durch das Stützenrohr ſelbſt vom Kamin aus gereinigt.

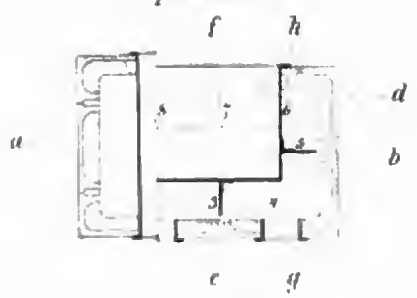
Durch dieſe Rauchzüge wird die Luft in dem Luftkaſten ſehr raſch erwärmt, und ſtrömt dieſelbe mit großer Geſchwindigkeit in den Zimmerraum, ohne daß ſich, ſelbſt bei ſtarker Heizung, das Blech des Luftkaſtens je bis zum Glühen erhitzt hätte. Auch die gefütterten Kacheln erwärmen ſich ſchnell und gleichförmig. Zugleich bilden dieſe und der aus Stein hergeſtellte Feuerraum eine Wärmereſerve, die viele Stunden noch an das Blech des Luftkaſtens und an die Zimmerluft Wärme abgibt, wenn längſt das Feuer

Digitized by Google

Ofen II.

Durchschnitt c d

Durchschnitt g h.

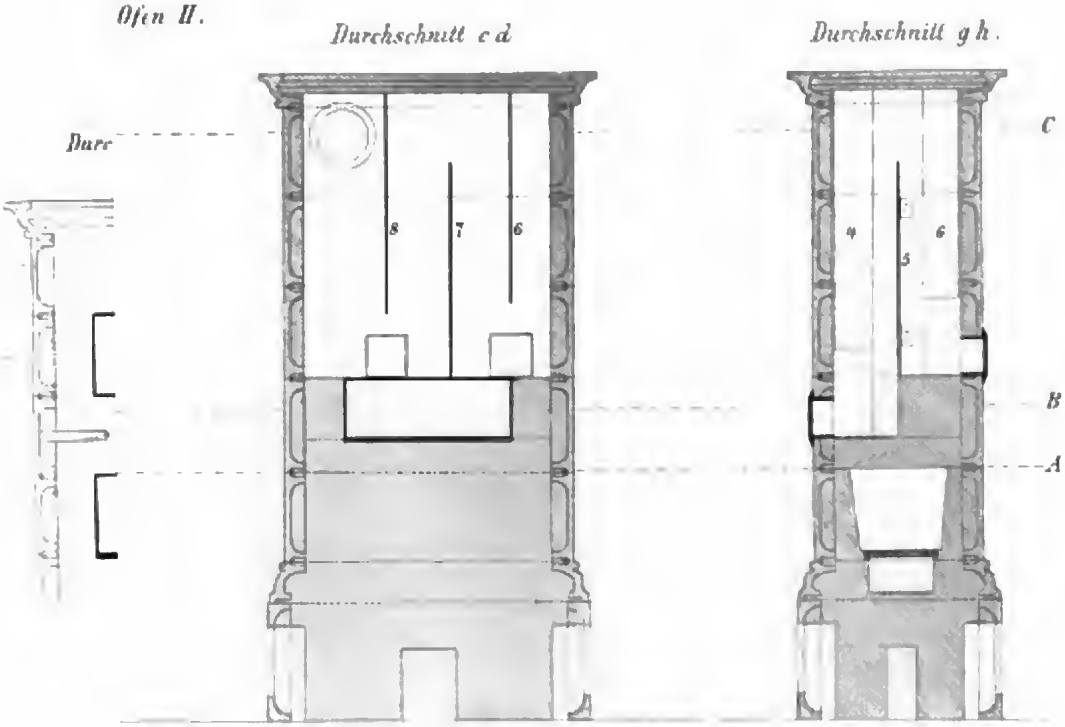


Durc

C

B

A



Grundp

plan bei B B.

Grundplan bei C C.

f h

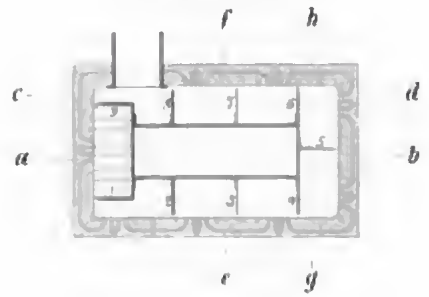
d

a

b

c

e g



i d e und f ist der Luftkasten 3' 6" der Ofen selbst 5' 4" hoch

Allgem Bauzt 7 s W^t Fuss

Digitized by Google

erloſchen iſt. Um nur ein Beiſpiel anzuführen, fiel in dem einen Zimmer, welches nur Mittags von 12 bis 2 Uhr und Abends von 6 bis 9 Uhr geheizt wurde, dieſen ganzen Winter hindurch der Zimmerthermometer an der kalten Umfaſſungswand bis zur Wiederheizung nie unter + 9 Grad.

Von Wichtigkeit iſt es deßwegen den Schieber an der Luftöffnung der Einheiz- und Aſchenthüre der Art zu ſtellen, daß nicht unnöthige kalte Luft einſtrömt, ſo wie, wenn nicht mehr nachgelegt werden ſoll, ihn ganz zu ſchließen.

Bei ſämmtlichen Oefen dieſer Conſtruction habe ich es ferner zweckmäßig befunden, in den eiſernen Rauchröhren überdies den Wechſel oder die Klappe anzuwenden, damit insbeſondere bei großem Unterſchiede der äußeren und inneren Temperatur ein langſameres Verbrennen des Holzes dort bewirkt werden kann, wo ein Ofen zu ſehr zieht.

Da, wie Anfangs ſchon erwähnt wurde, die Conſtruction des Heizraumes, mit Ausnahme der Oeffnung in der Decke von feuerfeſten Steinen, von dem Luftkaſten und ſeinen Rippen ganz unabhängig iſt, ſo läßt ſich dieſe Ofenconſtruction auf Heizung von Innen und von Außen, und eben ſo wie für Holz, auch für Steinkohlen, Kohks, Torf ꝛc. anwenden, nur daß der Heizraum, Roſt und Aſchenraum für das gewählte Brennmaterial paſſend eingerichtet werden muß. Weiches Brennholz iſt bei dieſer Conſtruction dem harten vorzuziehen, da abgeſehen von den geringeren Koſten des erſteren bei dieſer Ofeneinrichtung es darauf ankömmt, die äußere Ofenwand wie den Luftkaſten möglichſt raſch zu erwärmen, während für die Andauer, welche die Kohlen des harten Holzes bewirken, hier die Kacheln und der Heizraum als Wärmereſerve dienen.

In meinem Hauſe wurden von den ſechs zum Heizen benützten Oefen die am ſtärkſten benützten vier nach obiger Weiſe umgebaut, und zwar 2 größere von je 2 Fuß 5 Zoll Länge und 1 Fuß 5 Zoll Breite, und 2 kleinere von je 1 Fuß 9 Zoll Länge und 1 Fuß 5 Zoll Breite. Von den größeren erhielt der eine 9 Rauchzüge, der andere 6 Rauchzüge, und von den kleinern der eine 7 Rauchzüge, der andere 6 Rauchzüge im Innern des Ofens. Bei denjenigen mit 6 Rauchzügen wurde außerdem noch das aufſteigende Rauchrohr von Eiſenblech im Zimmerraum angewendet, während die andern 2 nur die wagrechten kurzen Stutzenrohre erhielten.

Da die Rauchzüge in den 4 Oefen nahezu 3 Fuß hoch waren, ergibt ſich für die zwei größeren Oefen eine Geſammt-Rauchgang-Länge von der Einheiz bis zum Kamine von annähernd 27 Fuß und 21 Fuß, und letzteres Maß auch für die zwei kleinern Oefen, wenn das aufſteigende Rauchrohr im Zimmer dazu gerechnet wird.

Gegenüber der Koſten eines Ofens mit zwei Durchſichten ſtellen ſich diejenigen eines Ofens von der hier angewendeten Conſtruction ziemlich gleich. Bei den Oefen größerer Gattung koſtete der Luftkaſten mit Rippen, Putzthürchen und Kapſelſteinen nur um 1 bis 2 Gulden mehr als die zwei Durchſichten mit Gußeiſen, Platte, Meſſingeinfaſſung und Unterlegeiſen. Dagegen hat bei letzterer Conſtruction der Hafner wegen der vielen Ausſchnitte und den innern Rauchzungen um ſo viel mehr Zeitaufwand und ſchwierigere Arbeit als bei jenem Ofen mit Luftkaſten, da es ſich hier, wenn einmal der Feuerraum aufgebaut und gedeckt iſt, nur mehr um Herſtellung eines einfachen viereckigen Mantels von gefütterten Kacheln handelt, in welchem einige Putzöffnungen ausgeſpart werden müſſen.

Was nun den Nutzeffect hinſichtlich des verbrauchten Brennmaterials betrifft, ſo konnte ich nach vierjähriger Aufſchreibung des in meiner Haushaltung verwendeten Brennholzes nach Klaftern, und da die neuen vier Oefen vom März 1864 an bereits im Gebrauche waren, für die Zeit von da bis zum März 1865 einen einfachen aber klaren und beſtimmten Nachweis liefern, da ſich hinſichtlich der Benützungszeit dieſer und der andern zwei Oefen, ſo wie des Küchenherdes ꝛc. während dieſer Jahre keine weſentliche Aenderung ergeben hatte.

Vom März 1861 bis März 1864 wurden nach dieſen Vormerkungen für die ſechs Oefen, Küchenherd, dann Waſchherd und Bügelofen (bei letzteren zwei nur zum Anheizen) zuſammen 47 Klafter weiches Triftholz, alſo pro Jahr 15⅔ Klafter verwendet.

Nach weiterer Beobachtung wurde in jenen Monaten, während welcher nur der Küchenherd, der Waſchherd und Bügelofen benützt waren, durchſchnittlich eine halbe Klafter pro Monat, alſo 6 Klafter pro Jahr, und folglich für die 6 Oefen allein während einer ganzen Heizperiode 9⅓ Klafter ſolchen Holzes verbraucht.

Mit dieſen ſechs Oefen wurden 6 Zimmer und ein Alkoven, bei 11 Fuß Höhe 15961 Kubikfuß Raum enthaltend, verſorgt, und waren hievon 4 Zimmer und der Alkoven Eckzimmer. Drei Zimmer und der Alkoven wurden ſtändig, die andern weniger geheizt.

Im Monat Februar 1864 wurden 2 kleinere und 2 größere dieſer Oefen, und zwar diejenigen, welche am meiſten im Gebrauche waren, nach obiger Conſtruction, jedoch

Digitized by Google

unter Belaſſung ihrer bisherigen Breite, Länge und Höhe umgebaut, und waren vom März an ſämmtlich in Gebrauch.

In der Benützungszeit der 6 Oefen trat ebenfalls keine Aenderung ein. Von März 1864 bis März 1865 wurden nun im Ganzen nur 12 Klafter und nach Abzug der 6 Klafter für Küche, Waſchküche und Bügelofen für die Heizung der Oefen allein 6 Klafter weiches Triftholz, alſo 3/4 Klafter oder 38 Procent weniger verbraucht, was eine Erſparniß von 44 Gulden pro Jahr ausmacht. Da die Umbauung der 4 Oefen mit Erſatz eines großen Theiles unbrauchbar gewordener Kacheln nach dieſer Conſtruction 80 Gulden koſtete, ſo deckt ſich dieſe Ausgabe bereits nach der zweiten Heizperiode.

In dem 15961 Kubikfuß Geſammtzimmerraum mußte während der Heizperiode März, April, October, November, December, Januar und Februar eine mittlere Temperatur von + 15 Grad erhalten werden. Die mittlere äußere Temperatur während dieſer ſieben Monate iſt in München +2,23 Grad, ſo daß ſich eine Differenz von 12,77 Grad zwiſchen innerer und äußerer Temperatur ergibt, deren Aufhebung durch die Heizung zu bewirken war.

Hiezu wurden 6 Klafter weiches Triftholz, pro Klafter 18,50 bayeriſche Centner ſchwer, alſo 11100 bayeriſche Pfund dieſes Holzes verwendet.

Die Heizzeit obiger 7 Monate beträgt 212 Tage. Bei den verſchiedenen Zimmern, welche den 15691 Kubikfuß haltenden Geſammtraum bildeten, war die Benützungszeit, innerhalb welcher die + 15 Grad mittlere Temperatur erhalten werden mußten, auf die 212 Tage vertheilt:

Zimmer 1 mit 3003 Kubikfuß pro Tag 24 Stunden mit Alkoven.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zimmer | 2 | „ | 3234 | „ | „ | „ | 15 „ |
| „ | 3 | „ | 2354 | „ | „ | „ | 10 „ |
| „ | 4 | „ | 2354 | „ | „ | „ | 2 „ |
| „ | 5 | „ | 1782 | „ | „ | „ | 6 „ |
| „ | 6 | „ | 3234 | „ | „ | „ | 1 „ |

aus deren Producten ſich für die 15961 Kubikfuß eine mittlere Benützungszeit von 10 1/4 Stunde pro Tag ergibt.

Es wurden daher in 15961 Kubikfuß Zimmerraum die Temperatur um 12,77 Grad während $212 \times 10\frac{1}{4} = 2226$ Stunden mit 11100 Pfund weichem Triftholz gegen die äußere Temperatur erhöht gehalten.

Dies ergibt für 1 Grad Temperaturerhöhung, eine Stunde Nutzzeit und 1 Pfund Holz:

$$\frac{15961 \times 12{,}77 \times 2226}{11100} = 40813 \text{ Kubikf. Zimmerraum,}$$

wobei nur die Zimmer 1, 2, 3 und 5 mit Oefen dieſer Conſtruction beſetzt waren.

Seitdem ſind nach obiger Conſtruction mehrere Oefen noch größerer Gattung, wie in dem großen Regiſtraturraume der k. Polizeidirection, in den drei großen Klaſſenzimmern des Max-Joſephſtiftes dahier, in dem Präſidialzimmer des k. Regierungsgebäudes zu Landshut ꝛc. mit gutem Erfolge zur Ausführung gekommen, und werden zur Zeit in dem Gebäude des k. Staatsminiſters der Finanzen dahier nach derſelben Conſtruction 9 Oefen verſchiedener Größe hergeſtellt.

München den 13. März 1865.

Herrmann,
k. Oberbaurath.

---

## Notiz über eine neue Maſchine zum Ausſchöpfen des Waſſers.

(Mit Zeichnungen nach Seite 134.)

Gegen Ende des Jahres 1859 wurden im Hafen St. Martin der Inſel Ré (Depart. Charente-inferieure) Arbeiten zur Wiederherſtellung eines Theils der Kaimauern ausgeführt, und es wurden die Fundamentirungen dieſer Werke in den Perioden des niedrigen Waſſerſtandes bei jedem Fluthwechſel vorgenommen, ſo daß alſo fortwährend Waſſerausſchöpfungen ſtattfinden mußten.

Da in dieſer Zeit an verſchiedenen Stellen des Seearrondiſſements de la Rochelle viele Baulichkeiten ausgeführt wurden, ſo waren die für den gewöhnlichen Dienſt in Gebrauch ſtehenden Schöpfmaſchinen in Anſpruch genommen, und es konnten folglich dem in St Martin wohnenden und die dortigen Arbeiten leitenden Conducteur weder Leteſtu'ſche Pumpen noch Archimediſche Schrauben zur Dispoſition geſtellt werden, ſo daß er darauf angewieſen war, die Waſſerausſchöpfungen mittels einfacher Handeimer zu bewirken. Da fiel es einem Schloſſer Namens Gallois ein, den dienſtthuenden Ingenieuren ein kleines Modell von

Digitized by Google

einer Maſchine ſeiner Erfindung zu proponiren; man ſtellte Verſuche mit demſelben an und die Reſultate waren ſogleich von der Art, daß man die Ausführung einer ſolchen Maſchine beſchloß, welche auch jetzt an dem Kanal von Marans zu la Rochelle arbeitet, wo ſie vortreffliche Dienſte leiſtet.

Fig. 1 (nach Seite 134) ſtellt einen Aufriß dieſer Maſchine dar, welche auf einem Fangdamm aus Erde ſteht, der durch den Kanal und in jenen Theil gelegt wird, welcher ausgeſchöpft werden ſoll. Die Maſchine beſteht aus einem eiſernen Gerüſte mit zwei Armen, das an zwei hölzernen durch Zangen miteinander verbundenen Schwellen befeſtigt iſt. An dem Ende dieſes Geſtelles, deſſen zwei Schenkel durch Zangen und Andreaskreuze (Fig. 2) verbunden ſind, befinden ſich zwei Gabeln zum Auflager einer Achſe, an der eine gußeiſerne Rolle angebracht iſt, in deren Rinne eine Kette läuft. Auf den Schwellen ruht ein gußeiſernes Geſtell mit einem Haspel (Fig 3), der aus einem Rade, einem Getriebe und einem Bremshebel zur Ein- und Ausrückung des Haspels beſteht. An der Achſe des Haspelrades iſt eine hölzerne Trommel befeſtigt, die mit eiſernen Platten bekleidet iſt, worauf die Kette der obern Rolle läuft. An der vordern Zange, welche die beiden Schwellen des Gerüſtes verbindet, ſind zwei Supports befeſtigt, die einen Zapfen tragen, woran die große blecherne Schaufel befeſtigt iſt, deren vorderes Ende durch einen Bügel mit der Kette in Verbindung ſteht.

Die blecherne Schaufel hat an ihrem untern Ende eine Oeffnung von $0^m25$ und $0^m40$ mit einem Roſt und wird geſchloſſen von einer Klappe von $0^m37$ und $0^m50$, deren Bänder mit Kautſchuckſtreifen beſetzt ſind, um das Auslaufen des in der Schaufel enthaltenen Waſſers zu verhindern.

Das Spiel der Maſchine iſt ſehr einfach. Wenn die Schaufel eingetaucht und mit Waſſer gefüllt iſt, ſo dreht man die Kurbeln A B (Fig. 3), die Kette wickelt ſich um die Trommel des Haspels und hebt das untergetauchte Ende der Schaufel, die nun um ihren Befeſtigungspunkt einen Viertelkreis beſchreibt; in dieſem Moment drückt das in der Schaufel enthaltene Waſſer durch ſein Gewicht auf den Deckel D (Fig. 4), der nun gegen die Oeffnung und folglich gegen die Kautſchuckliderung der Klappe gepreßt wird, ſo daß das Waſſer durch dieſe Oeffnung nicht entweichen kann. Sobald das Ende der Schaufel ſo hoch gehoben iſt, daß es ſich über ihrem Drehpunkt befindet, ergießt ſich das in der letztern enthaltene Waſſer in eine Rinne, die es auf die andere Seite des Fangdamms führt. Einer der bei dem Haspel beſchäftigten Arbeiter nimmt nun den Hebel C (Fig 3) und rückt das Rad des Haspels mit ſeinem Getriebe aus; die Schaufel fällt in Folge ihres eigenen Gewichtes ſchnell und kräftig in das Waſſer hinab und die Klappe öffnet ſich, ſo daß das Waſſer in die Schaufel dringen kann. Hierauf wird das Rad mit ſeinem Getriebe wieder eingerückt, die Kurbeln werden in Bewegung geſetzt und die Schaufel wird gehoben; auf dieſe Weiſe wird die Arbeit ſo lange fortgeſetzt als es nothwendig iſt.

Die Bewegung des Haspels erfolgt mit Geſchwindigkeit; zwei Arbeiter ſind dazu ausreichend, und es werden dieſelben alle halbe Stunden von zwei andern abgelöſt, wenn die Waſſergewältigung in ununterbrochener Weiſe betrieben wird.

Wenn der Waſſerſpiegel im Kanal oder in der Baugrube hinreichend tief geſunken iſt, ſo gräbt man in der Sohle unter der Schaufel und der Klappenöffnung gegenüber einen Sumpf aus, in welchem ſich das auszuſchöpfende Waſſer ſammelt.

Dieſe Maſchine kann, wie bereits erwähnt wurde, auf einen Fangdamm oder auf ein Mauerwerk geſtellt und nach den in der Zeichnung angegebenen Dimenſionen ausgeführt werden, wenn die Hubhöhe des Waſſers nicht mehr als $3^m0$ beträgt. Soll ſie auseinandergenommen und auf einer andern Stelle benutzt werden, ſo läßt ſich dies ſehr leicht bewerkſtelligen; vier Mann tragen die Schaufel, die ſie bei dem Bügel auf der einen Seite und bei dem eiſernen Handgriff auf der andern Seite faſſen; die Rolle und ihre Kette werden abgenommen und das Gerüſt wird ohne Schwierigkeit weiter transportirt.

Bei jedem Hub der Schaufel werden beiläufig 2 Hekteliter (141,32 Wiener Maß) Waſſer ausgeſchöpft, wenn ſie gehörig untergetaucht iſt. Es hat daher dieſer Schöpfapparat gegen die Archimediſche Schraube und gegen die Pumpen im Allgemeinen den Vortheil, daß dabei nur wenige Menſchen beſchäftigt zu ſein brauchen und daß die Reſultate nichts deſtoweniger ſehr befriedigende ſind.

Erklärung der Kupfer. — Fig. 1 ſtellt eine Seitenanſicht der Maſchine in $^1/_{20}$ der nat. Größe dar; Fig. 2 iſt eine vordere Anſicht des obern Theils derſelben in gleicher Größe; Fig. 3 iſt der Grundriß des Haspels in der Größe wie die beiden vorigen Figuren; Fig. 4 Querſchnitt von einem Theil der Schaufel mit der geſchloſſenen Klappe, ebenfalls in $^1/_{20}$ der Naturgröße; Fig. 5 iſt ein Querſchnitt mit geöffneter Klappe in $^1/_8$ der wirklichen Größe.

Digitized by Google

# Errichtung eines Seezeichens auf der Klippe Canonnier-du-Sud am Eingange des Hafens Ciotat im Departement der Rhônemündungen.

(Mit Zeichnungen vor Seite 135.)

Die Canonnier-du-Sud genannte, zwiſchen der Ile-Verte und dem Bec-de-l'Aigle (Diſtrict von Marſeille) gelegene Klippe war ſtets ein Gegenſtand wirklicher Gefahr für die von Süden und Weſten kommenden und in den Hafen von Ciotat einlaufenden Schiffe, und es verlangte daher die Marine mit Recht ſeit langer Zeit die Errichtung eines Seezeichens auf dieſem Felſen, deſſen höchſter Punkt nur 1m66 über den niedrigſten Waſſerſtand hervorragte.

In Uebereinſtimmung mit dem von dem Ingenieur André verfaßten Project wurde der Bau ganz von Cement des mittelländiſchen Meeres unter der Leitung des Conducteurs Seguran von der Geſellſchaft Deſiré Michel, den Eigenthümern dieſer Cemente, ausgeführt.

Wie aus Fig. 2 (vor S. 135) erſichtlich, beſtanden die auszuführenden Arbeiten in der Errichtung eines Grundmauerwerkes aus Cementbeton in runder Form von 4m50 Durchmeſſer bis zum Niveau des niedrigſten Waſſerſtandes, über welchem ſich zuerſt ein 0m10 zurückſpringender Sockel und über demſelben erſt der mit der Bekrönung 5m0 hohe Thurm erhebt. Sockel und Thurm ſind aus Cementmauerwerk ausgeführt.

Zur Rettung für Schiffbrüchige wurde an dem Thurm eine 2m0 hohe Niſche angebracht, zu der man mittels einer aus galvaniſirtem Eiſen angefertigten, in einem Einſchnitt des Sockels liegenden Leiter hinaufſteigen kann.

Bei allen Arbeiten dieſer Art beſteht die größte Schwierigkeit in der Herſtellung des Fundamentmauerwerks; bei hohem Meere iſt es bei Ermanglung jeden feſten Punktes ſehr mühſam den Beton anzufertigen und ihn ſo zu vergießen, daß er einen regelmäßigen Körper bildet, den man als Baſis für den darauf zu ſtellenden Bau benutzen kann.

Da es bei der Ausführung eines ähnlichen Werkes auf dem Felſen von Caſſidaigne die Erfahrung gelehrt hatte wie außerordentlich ſchwierig es iſt, ein feſtes Gerüſt herzuſtellen, ſo verzichtete man auf ein ſolches Mittel, welches darin beſteht, ſtarke eiſerne Stangen ſenkrecht in dem Felſen zu befeſtigen und ſie durch horizontale eiſerne Bänder zu verbinden, worauf ein hölzerner Boden für die Arbeiter gelegt wird*). Dieſer Boden hat außer ſeiner ſchwierigen Herſtellung den Nachtheil, daß er in ſtürmiſchen Zeiten von den Wogen leicht zerſtört und weggeriſſen wird.

Das Syſtem zur Herſtellung der Grundmauer für den Thurm des Canonnier-du-Sud beſtand darin, daß man einen großen bodenloſen Cylinder von ſtarkem Blech conſtruirte, der ſich leicht in mehrere Theile zerlegen ließ. Dieſer Cylinder, welcher innerhalb denſelben Durchmeſſer als die Grundmauer und dieſelbe mittlere Höhe hatte, wurde, ganz zuſammengeſetzt, auf ein ſtarkes Fahrzeug geſtellt und bei ruhigem Wetter auf die Stelle geführt, wo der Thurm erbaut werden ſollte. Dieſe Operation wurde ohne Mühe vollbracht, weil man am vorhergehenden Tage nächſt dem Felſen drei oder vier Ankerbojen gelegt, an denen man ſich ſtark befeſtigte.

Als man den Cylinder an Ort und Stelle gebracht, wurde ein mit dem Skaphander bekleideter Taucher hinabgelaſſen, um die Stelle zu reinigen und alle Seekräuter ſo wie die erdigen Theile wegzunehmen, welche die Adhäſion des Cements hätten verhindern können. Als dies geſchehen war und der Cylinder nicht auf einer ebenen Fläche ſtand, umſchloß ihn der Taucher mit reinem Cement, der ſehr dick angemacht war und beinahe unmittelbar erhärtete; mit ihm ſtellte man den Cylinder feſt, den die Wogen zu verrücken ſtrebten, und die Strömungen wurden verhindert, in das Innere desſelben einzudringen und den eingegoſſenen Beton wegzuwaſchen.

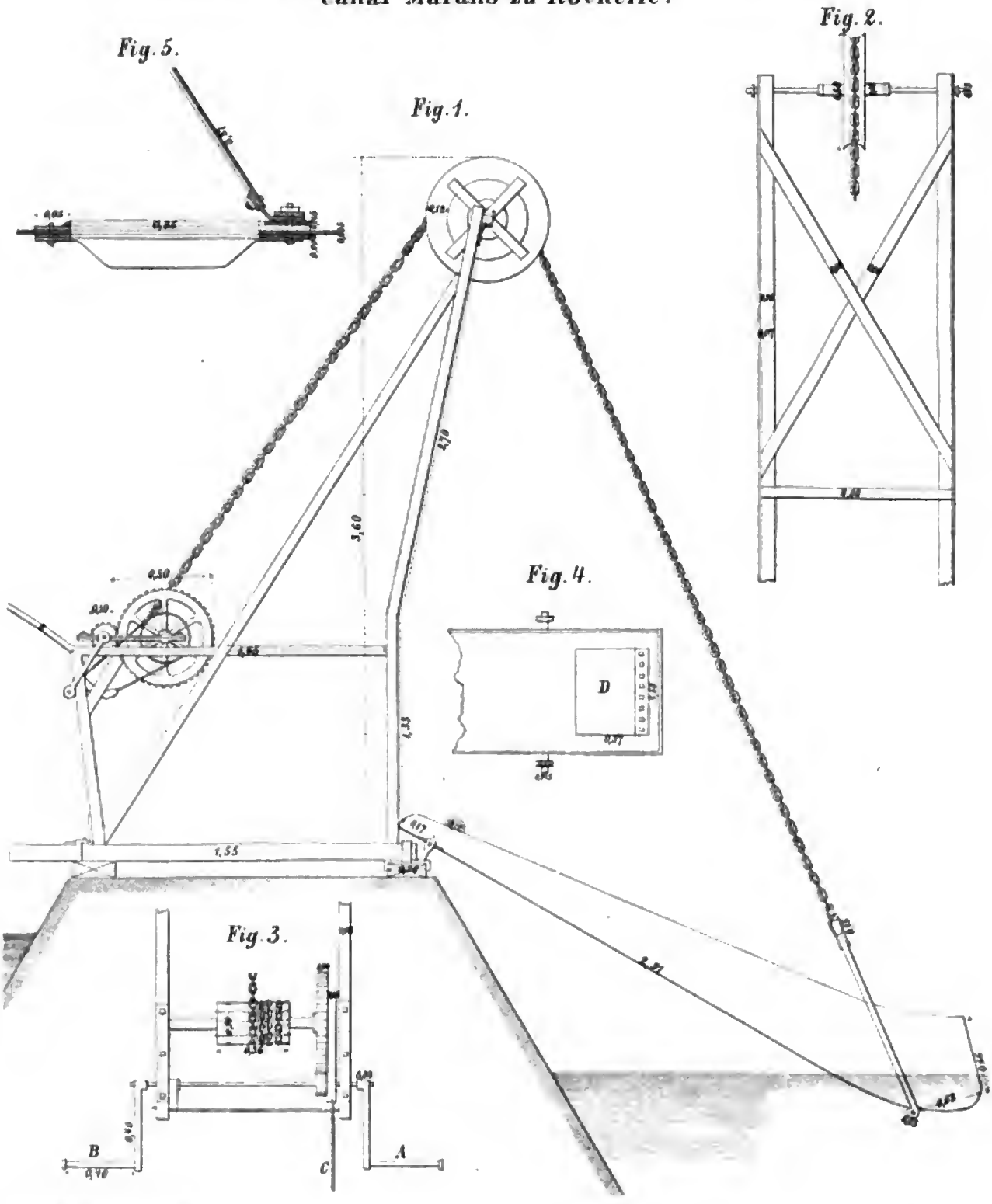
Dieſe Operation ging ſehr gut von Statten, war aber leider noch nicht beendet, als der Abend und die Nacht die Arbeiter nöthigte ſich zurückzuziehen, bevor diejenige Quantität Beton vergoſſen war, die zur Feſtſtellung des Cylinders nothwendig erſchien. In der Nacht veränderte ſich das Wetter plötzlich, und als man am andern Morgen auf dem Felſen landete, bemerkte man, daß der Cylinder weg- und auseinandergeriſſen und fortgeſchwemmt war.

Man mußte daher einige Tage ſpäter dieſelbe Operation von neuem beginnen, verließ jedoch den Bauplatz nicht eher als nach dem Vergießen von etwa zehn Kubikmeter Beton; dieſe Maſſe konnte den Strömungen Widerſtand leiſten, und es genügten zwei Tage, um das Grundmauerwerk gänzlich zu vollenden, das beiläufig 30 Kubikm. Beton enthielt. Die größte Schwierigkeit war hiermit überwunden.

*) Vrgl. Allg. Bauzig., Jahrg. 1861, S. 230 u. f. f.

Digitized by Google

# *Maschine zum Heben des Wassers bei den Arbeiten am Canal Marans zu Rochelle.*




*Allgem. Bauzeitung 1865*

Digitized by Google

Bei dem Vergießen des Betons verfuhr man auf folgende Weiſe. Auf zwei ſtarken Fahrzeugen von 25 bis 30 Tonnen, die rings um den Felſen an verankerten Boyen befeſtigt waren, befanden ſich die Materialien und die Cementrührer; Bretter, auf einer Seite an dieſen Fahrzeugen und auf der andern Seite an dem Cylinder befeſtigt, ſicherten und erleichterten das Vergießen des Betons, zu welcher Arbeit man ſich des in Fig. 4 und 5 dargeſtellten Gußkaſtens bediente.

Derſelbe bildet die Hälfte eines hohlen Cylinders von $0^m40$ Höhe mit einem ſo langen Stiel, daß man bis zu dem Grunde hinablangen konnte, auf welchem man arbeiten ſollte. Zwei Arbeiter waren hierzu erforderlich. Der mit Beton gefüllte Kaſten wurde an die betreffende Stelle geſchafft, ein Arbeiter tauchte ihn bis zur erforderlichen Tiefe ins Waſſer, der zweite Arbeiter öffnete durch Anziehen des Strickes I den Kaſten nach der Linie MN und der Beton floß heraus; durch das Nachlaſſen des Strickes ſchloß ſich der Kaſten wieder und diente dann zum Stampfen des vergoſſenen Betons. In Fig. 6 iſt dieſe Operation dargeſtellt.

Um den Sockel mit der Grundmauer und dieſe mit dem Felſen gehörig zu verbinden verſenkte man während des Vergießens des Betons fünf gußeiſerne Röhren von je $2^m70$ Länge und etwa 40 Kilog. Gewicht pro lauf. Meter ſenkrecht über den Felſen an den Punkten a, $a^1$, $a^2$, $a^3$ und $a^4$, die alſo in dem Beton eingelaſſen ſind und von demſelben bedeckt werden. Als das Grundmauerwerk vollendet war, wurden Bohrſtangen in dieſen Röhren hinabgelaſſen und es wurden fünf Löcher in den Felſen gebohrt, und zwar zu dem Zweck, ſtarke Stangen von galvaniſirtem Eiſen von je $4^m30$ Länge und etwa 18 Kilog. Gewicht pro lauf. Meter in dem Felſen zu befeſtigen. In Fig. 2 iſt eine ſolche Stange dargeſtellt.

Als das Grundmauerwerk bis zum niedrigſten Waſſerſtande vollendet war, boten die übrigen Arbeiten keine großen Schwierigkeiten mehr, beſonders bei ruhigem Wetter. Es wurde daher mit dem Cementmauerwerk des Sockels begonnen; die Maurer mußten während eines Tages bis an die Knie im Waſſer arbeiten, dann aber befanden ſie ſich ganz außer dem Waſſer und der Sockel war bald vollendet, da er nur eine Höhe von $2^m0$ erhielt.

Noch leichter wurde die Arbeit als man mit dem eigentlichen Thurm den Anfang machte; die Arbeiter waren vor den Wogen geſchützt und die zum Transport erforderlichen Fahrzeuge legten ſich an den Sockel an, um welchen herum galvaniſirte Ringe eingelaſſen worden. Zur größeren Feſtigkeit hatte man auf dem Sockel ſtarke Verzahnungen angebracht, damit das Mauerwerk des Thurmes einen ſicheren Stand bekam.

Der Beton zum Grundmauerwerk beſtand aus drei Theilen zerſchlagener Steine auf zwei Theile Mörtel, welcher aus zwei Theilen Cement und einem Theil Sand beſtand; den Mörtel zum Sockelmauerwerk und den zum Verputzen bereitete man aus drei Theilen Cement und zwei Theilen Sand; zu dem Mauerwerk des Thurmes aber verwendete man Mörtel aus zwei Theilen Sand und einem Theil Cement.

| Die Baukoſten waren folgende: | Frc. | C. |
|---|---|---|
| 30,20 Kubikm. Beton zum Fundament à 300 Frc. (alle Unfälle auf Koſten des Entrepreneurs) | 9060 | 00 |
| 29,35 Kubikm. Mauerwerk des Sockels à 50 Frc. | 1467 | 50 |
| 22,59 Kubikm. Mauerwerk des Thurmes und ſeiner Bekrönung à 36 Frc. . . . . | 813 | 24 |
| 79,86 Quadratm. Cementputz à 5 Frc. . . | 399 | 30 |
| Bohren der Löcher in den Felſen zur Befeſtigung der eiſernen Stangen . . . . . | 238 | 75 |
| Koſten der fünf gußeiſernen Röhren und der fünf eiſernen Stangen . . . . . | 621 | 76 |
| Koſten der Ankerringe und der eiſernen Leiter . | 384 | 30 |
| Anſtrich des Thurmes . . . . . | 193 | 07 |
| Transport- und Aufſichtskoſten . . . . . | 435 | 00 |
| Verſchiedene Ausgaben . . . . . | 259 | 76 |
| Summa . | 13872 | 86 |



Digitized by Google

# Die Waſſerleitungen von Marly und Verſailles,

Von Vallès, Oberingenieur des Straßen- und Waſſerbaues.

(Mit einer Karte auf Blatt 732 und Abbildungen auf Blatt 733 und 734 ſo wie auf Seite 147.)

Mit dem Waſſer- und Straßenbaudienſt des Departements der Seine und Oiſe betraut, waren wir durch dieſe Stellung berufen, uns mit verſchiedenen Fragen in Betreff der Waſſerverſorgung der Stadt Verſailles zu beſchäftigen. Marſchall Vaillant, Miniſter des kaiſerl. Hauſes und der ſchönen Künſte, erzeigte uns die Ehre, uns mehrmals über die hydrauliſchen Verhältniſſe der die Stadt Verſailles beherrſchenden und ſpeiſenden Teiche, ſo wie auch über die der Waſſerkunſt von Marly zu Rathe zu ziehen, und wir wurden auf dieſe Weiſe mit den verſchiedenen Details der die Civilliſte des Kaiſers angehenden Waſſerverſorgung bekannt gemacht, ſo daß wir aus den dadurch gewonnenen Reſultaten in Verbindung mit unſern perſönlichen Forſchungen die nachſtehende Darſtellung für dieſe großen Werke, welche ſeit Ludwig XIII. die Aufmerkſamkeit aller franzöſiſchen Monarchen feſſelten, ausarbeiten konnten; man lernt daraus die Geſchichte, die Organiſation, die Bedürfniſſe und die Hülfsquellen der Waſſerverſorgung kennen.

Die von der Civilliſte zu beſtreitende Waſſerverſorgung erſtreckt ſich über Verſailles, St. Cloud, Louveciennes und andere angrenzende Localitäten. Das Waſſer für dieſe Beſtimmung wird auf dreierlei Weiſe beſchafft, und zwar 1. aus der Seine an der Stelle, wo die ſogenannten Waſſerräder von Marly, etwa 1000$^{m}$ abwärts von der Brücke von Bougival, errichtet ſind; 2. vom Regenwaſſer, das in den großen Teichen, welche auf den die Stadt Verſailles weſtlich und ſüdlich beherrſchenden Plateaux liegen, geſammelt und an ſeinen Beſtimmungsort geleitet wird; endlich 3. aus Quellen. In der Dienſtſprache heißt das erſte „Seinewaſſer", das zweite „weißes Waſſer" wegen der darin enthaltenen erdigen Beſtandtheile, und das dritte „Quellwaſſer", welche Benennungen auch hier beibehalten werden.

Außer dem weißen Waſſer, das von den eben genannten Plateaux herabfließt und ausſchließlich für Verſailles beſtimmt iſt, gibt es noch andere Waſſerläufe in viel geringerer Menge, welche von den Hügeln von Viroflay, Vaucreſſon qun Ville-d'Avray herabfließen und in den Reſervoirs de la Marche und in dem Teich von Ville-d'Avray geſammelt, jedoch nur für St. Cloud und angrenzende Localitäten benutzt werden.

## I. Geſchichtliche Darſtellung.

Waſſerverſorgung unter Ludwig XIII. — Das erſte Waſſer von Verſailles, dasjenige der Waſſerkunſt Ludwig XIII., wurde einigen natürlichen Quellen des benachbarten Terrains entnommen, doch wurde es bald unzureichend, und da man damals gar keine Mittel kannte, die Waſſermenge der Quellen zu vermehren, ſo ſtaute man das Waſſer der Bièvre bei la Minière auf, um einen kleinen Teich zu bilden, aus dem das Waſſer durch Pumpen, die von Windmühlen in Bewegung geſetzt wurden, auf die Höhe des Hügels in die Reſervoirs du Deſert gehoben und dann in ein anderes auf dem Hügel von Satory gelegenes Reſervoir geleitet wurde.

Dieſe Werke, deren Spuren beinahe verſchwunden ſind, wurden bis zur Vollendung der unter Ludwig XIV. hergeſtellten Gräben und Teiche benutzt, außer dem Waſſer der Bièvre aber, das man für häusliche Zwecke gebrauchte, leitete man zum Schloſſe das Waſſer von einem Clagny genannten Teiche, welcher damals das Waſſer jener Quellen aufnahm, die von dem von den Thonſchichten der nördlich von Verſailles gelegenen Hügeln zurückgehaltenen Sickerwaſſer geſpeiſt wurden. Das aus dem Teiche von Clagny gehobene Waſſer wurde in drei Reſervoirs geleitet, die an jener Stelle lagen, die jetzt von dem nördlichen Flügel des Schloſſes eingenommen wird.

Pumpen des Teiches von Clagny. — Im Jahre 1662 ließ Ludwig XIV. mächtigere Pumpen in dem untern Theil eines achteckigen Thurmes errichten, an deſſen oberem Theil das Reſervoir aufgeſtellt wurde, aus dem die Waſſerſpiele der Thetisgruppe ihre Speiſung erhalten. Der Waſſerſpiegel dieſes Reſervoirs diente in der Folge für alle auf die Waſſerwerke von Verſailles Bezug habenden Studien als Anhaltspunkt, weil man annahm, daß dieſe Höhe nothwendig ſei, um alles Waſſer in den Baſſins der Terraſſe ſpielen zu laſſen.

Als jedoch Ludwig XIV. um 1672 definitiv beſchloſſen hatte in Verſailles zu reſidiren, reichten die geringen Waſſermengen, welche aus der Bièvre und aus dem Teich von Clagny gehoben wurden, bei weitem nicht aus, und

Digitized by Google

es entstanden seit jener Zeit eine Menge von mehr oder minder ausführbaren Projecten zur Zuleitung reichlichen Wassers nach der Stadt.

Entwurf zur Ableitung der Loire. — Das riesenhafteste aller dieser Projecte war das von Riquet, nach welchem die Loire wegen ihrer höhern Lage als die Seine zur Versorgung von Versailles abgeleitet werden sollte. Der Abbé Picart aber, der dieses Project zu prüfen hatte, sprach sich für dasselbe nicht aus. Dieser Gelehrte, welcher bei dieser Gelegenheit die Röhrenlibelle mit Fernrohr erfand, überzeugte sich, daß man die Loire bei la Charité (Dep. Nièvre) ableiten müsse, daß man das Wasser aber nicht nach Versailles leiten könne, weil die Plateaux de la Beauce nicht hoch genug zur Anlage eines Grabens seien.

Entwurf zur Ableitung der Juine. — Die Ableitung der Juine wurde ebenfalls angeregt, doch mußte man darauf verzichten, weil das Niveau derselben zu tief ist.

Gräben und Teiche der Plateaux zwischen St. Cyr und Rambouillet (von 1672 bis 1675). Während man die Vorarbeiten zu den obigen Entwürfen machte, beschäftigte man sich mit der Benutzung der natürlichen Quellen in der Umgebung von Versailles. Durch die Nivellements des Abbé Picart hatte man sich überzeugt, daß die westlich von dieser Stadt gelegenen aus Thonerde bestehenden Plateaux bei Trappes und Bois- d' Arcy zwei Einsattlungen haben, welche 5m0 und 8m0 höher liegen als das Reservoir des Thurmes, und dämmte deßhalb diese Thäler ab, um das von den höhern Plateaux herabfließende Wasser in seinem natürlichen Laufe gegen die Bièvre aufzuhalten und zu spannen, legte auch zu diesem Behufe zahlreiche Gräben an, welche das Wasser in diese Teiche leiten.

Diese Arbeit hatte einen vollständigen Erfolg und die Gewässer von Trappes und Bois-d'Arcy gelangten 1675 nach Versailles, konnten aber zu den häuslichen Bedürfnissen nicht verwendet werden, da sie an der Oberfläche des Bodens gesammelt waren und stets die weißliche Farbe beibehielten, von der sie ihren Namen hatten. Auf der andern Seite war das Quellwasser, womit man früher das Dorf und das Schloß von Versailles versorgte, für die Bevölkerung der sich in der Nähe des vom König bewohnten Schlosses rasch erhebenden Stadt unzureichend geworden und man suchte deßhalb nach allen Quellen, welche sich auf den nördlich und westlich der neuen Stadt befindlichen Hügeln befinden könnten. Das Ergebniß der ersten wurde gegen Trianon und von dort zum Schlosse geleitet, während das bei Saint-Cyr gesammelte Wasser von dem Bassin von Choisy zur Versorgung der Menagerie aufgenommen wurde.

Quellen von Rocquencourt. — Die Ableitung der nördlich zwischen Rocquencourt und Bailly entdeckten Quellen war wegen der Tiefe der wasserführenden Schichten unter dem Boden, die bei dem Hügel von Rocquencourt 28m0 erreichte, mit großen Schwierigkeiten verbunden. Die unterirdische Leitung dieses Wassers umgeht den ganzen Hügel von dem Gehölz von Marly an bis Chenay und nimmt in ihrem Laufe das Wasser mehrerer Leitungen auf, die unter der Ebene des Trou-d'Enfer angelegt sind. Die auf diese Art gesammelte Wassermenge schwankt zwischen 4 und 5 bis zum Maximum von 10 Zoll.

Maschine von Marly (1675 bis 1685). — Als Colbert im Jahre 1675 beabsichtigte dem Park von Marly Wasser zu verschaffen und wahrscheinlich die Wasserversorgung von Versailles reichlicher zu machen, ließ er einen Lütticher Edelmann, den Baron Deville, welcher auf seinen Besitzungen eine hydraulische Maschine aufgestellt, durch die er das Wasser auf eine große Höhe hob, nach Versailles kommen und beauftragte denselben mit der Ausführung eines ähnlichen Apparats.

Der Baron Deville, welcher von einem Lütticher Zimmermann, Namens Sualem Rennequin, begleitet war, beschäftigte sich zuvörderst mit der Herstellung einer Wasserkraft von der Seine aus, zu welchem Zweck er die verschiedenen Inseln zwischen Bezons und Marly durch Wehre vereinigte; und indem er diesen Arm an seinem untern Ende mit Schützen abschloß, konnte er 14 Räder von etwa 12m0 im Durchmesser in Bewegung setzen, deren mit 28 Kurbeln armirte Wellen 221 Saug- und Druckpumpen bewegten, die an dem Abhange des Hügels stufenweise aufgestellt waren. Die untern Pumpen, 64 an der Zahl, förderten das Wasser in 5 Kanälen von 0m216 Durchmesser in Brunnen, etwa 50m0 über der Seine gelegen, von wo es durch 79 andere Pumpen 50m75 höher in einen andern Sammelkasten und von dort durch eine dritte Reihe von 78 Pumpen 154m70 über den Wasserspiegel der Seine auf den Gipfel des Thurmes gehoben wurde, den man am Anfange der Wasserleitung von Marly 1236m0 vom Ufer des Flusses entfernt erbaut hatte.

Die Pumpen der obern Etage standen 671m vom Flusse entfernt; sowohl ihnen als den Pumpen der mittlern Etage wurde die Bewegung mittels Gestänge mitgetheilt,



Digitized by Google

welche auf dem Abhange des Hügels lagen und miteinander durch Bolzen verbunden waren, die als Charniere dienten und gleichzeitig durch den Kopf von ſchwingenden Supports, Schwengel genannt, gingen, welche durch andere Charniere an dem Boden befeſtigt waren. Auf dieſe Weiſe oscillirte jedes Syſtem der von den Schwengeln getragenen Geſtänge mit gleichförmiger Bewegung auf der ganzen Entfernung von 671m0 oder 300m0, um die Pumpen von zwei Etagen auf dem Abhange des Hügels in Bewegung zu ſetzen.

Das auf dieſe Weiſe gehobene Waſſer floß durch die Leitung nach dem Schloſſe von Marly oder nach Verſailles durch das Reſervoir der zwei Thore. Um das Waſſer nach Verſailles zu leiten, ließ man es anfänglich in einer zu dieſem Zweck angelegten Leitung von 6200m0 Länge fließen, welche noch jetzt dazu dient, das Waſſer der gegenwärtigen Maſchinen in das Reſervoir des Hügels der Picardie zu leiten.

Da aber dieſes Reſervoir ſehr klein und zu weit entfernt war, um von dort die ſteigende Leitung abgehen zu laſſen, ſo ſuchte man in geringerer Entfernung vom Schloſſe nach einem günſtigern Platz für die Waſſerverſorgung und wählte dazu den Hügel von Montbauron, deſſen Gipfel man ebnete und dort zwei große rechtwinklige Reſervoirs von je 59200 Kubikmeter Waſſergehalt anlegte.

Um die Terrainſenkung zu überſchreiten, welche den Hügel von Montbauron von dem der Picardie trennte, wo die Leitung ankam, erbaute man von einem zum andern eine Kanalbrücke von 1056m0 Länge und 30m0 Höhe, die im Jahre 1767 demolirt und durch eine Leitung von 0m21 Durchmeſſer unter der Avenue Picardie erſetzt wurde. *)

Leider konnte die Maſchine von Marly trotz ihrer Kraft Verſailles nur ein ſehr beſchränktes Waſſervolum liefern, weil die Triebkraft in ſehr hohem Grade von den Reibungen der Balanciers und der Geſtänge, durch die man die Kraft der Räder auf die Kolben der beiden Pumpenreihen übertrug, abſorbirt wurde.

Das von den Pumpen gehobene Waſſer ſcheint ſich auf 250 Zoll belaufen zu haben, wurde aber durch die Wirkung der Reibungen und der Abnutzung einer ſo großen Anzahl beweglicher Theile vermindert und zwar in geringer Zeit bis auf 60 Brunnenzolle oder 1130 Kubikmeter Waſſer in 24 Stunden; es vermochte alſo den Bedürfniſſen, wie man gehofft, nicht zu genügen. Man ſetzte daher die frühern Arbeiten zur Anſammlung des Waſſers in den Teichen von Trappes und andern fort und beſchäftigte ſich mit der Ableitung des Waſſers aus der Eure.

Ableitung des Waſſers der Eure (1684 bis 1689). — Im Jahre 1684 wurde Lahire mit den betreffenden Vorarbeiten beauftragt und er überzeugte ſich von der Möglichkeit dieſer Operation, wenn man das Waſſer der Eure bei Pont-Gouin, 7 bis 8 Lieues jenſeits Chartres *) ableitete. Das Gefälle von dieſem Punkt bis zum Reſervoire der Grotte von Verſailles beträgt 27m0, iſt alſo zum Abfluß des Waſſers mehr als hinreichend.

Im darauf folgenden Frühjahre wurden die Arbeiten mit 30000 Mann begonnen, von welcher Anzahl der dritte Theil Maurer und andere Arbeiter, die übrigen zwei Drittel aber Soldaten waren. Auf beiläufig 40000m0 Länge wurde ein 5m0 an der Sohle breiter und 3m0 tiefer Kanal von Pont-Gouin bis Berchère-le-Mangot gegraben, wo das Eurethal auf einer Brücke von 5920m0 Länge mit 242 Bogen von je 13m33 Spannweite, deren höchſten ſich bis 68m0 erhoben, überſetzt werden mußte.

Der Kanal, in welchem das Waſſer über die Brücke gefloſſen wäre, mußte eine Breite von 2m48 und eine Tiefe von 1m89 erhalten und wurde mit zwei Banquetten von 1m0 eingefaßt, neben welchen ſich ein Parapet von 0m49 Stärke erhob.

*) Es iſt von Wichtigkeit, die Bemerkung zu machen, daß es nicht der erſte Gedanke Ludwig XIV. war, das Waſſer der Seine von Marly nach Verſailles zu leiten; man dachte nicht an Marly und beſchäftigte ſich erſt ſpäter mit dieſer Waſſerkunſt, in der einzigen Abſicht, das hier erbaute Schloß mit Waſſer zu verſorgen und deſſen Park zu verſchönern, den der Monarch beſonders lieb hatte.

In der That wurden die Arbeiten der Maſchine von Marly erſt im Juni 1681 begonnen, während die Gewäſſer der Teiche von Trappes und des Bois-d'Arcy ſchon ſeit dem Jahre 1675 nach Verſailles floſſen und der Architekt Gobert ſich im Jahre 1680 damit beſchäftigte, das Waſſer der Teiche von Saclay damit in Verbindung zu bringen.

In der Zeit, wo die erſten Arbeiten an der Seine begannen, war die Waſſerverſorgung für Verſailles ſchon vollſtändig organiſirt und das Etabliſſement von Marly hatte alſo für die Waſſerleitungen dieſer Stadt kein anderes Intereſſe; es war eine Nebenſache mit der beſondern Beſtimmung die Bedürfniſſe der Reſidenz Marly zu befriedigen und deſſen Annehmlichkeiten zu erhöhen.

Erſt in ſpäterer Zeit und als die Zunahme der Bevölkerung die Bedürfniſſe der Stadt in hohem Grade geſteigert hatte, beſtimmte Ludwig XIV. einen Theil des von der Maſchine zu Marly gehobenen Waſſers zur Verſorgung von Verſailles.

*) Bei dieſen Arbeiten wirkte Vauban als Collaborator des Lahire.

Digitized by Google

Nachdem das Wasser der Eure das Thal von Maintenon übersetzt, sollte es bis Versailles in offenen in den Boden gegrabenen Kanälen geleitet werden und auf seinem Laufe mehrere Teiche durchschneiden, die an den tiefsten Stellen des Bodens in der Kanallinie angelegt werden sollten.

Die Arbeiten wurden mit solcher Thätigkeit betrieben, daß der Kanal von Pont-Gouin bis Berchère im Jahre 1685 gegraben war und am 25. August das Wasser in denselben eingelassen werden konnte. Der Aquäduct von Maintenon aber, dessen Ausführung bei weitem mehr Zeit erforderte, war im Jahre 1687 noch nicht vollendet, als das Bündniß zu Augsburg und der in Folge desselben entstandene Krieg Ludwig XIV. nöthigte, die Ableitung der Eure ganz aufzugeben, nachdem eine Summe von 8612995 Livres dafür war verausgabt worden.

Gräben und Teiche von Saclay. — Obgleich Ludwig XIV. die riesenhafte Idee faßte, die Eure nach Versailles zu leiten, vernachlässigte er doch kein Mittel, die Wassermenge zu vermehren, die er durch die vorerwähnten Arbeiten bereits gesammelt hatte. Als der Architekt Gobert im Jahre 1680 sich von der Möglichkeit überzeugt hatte, das Regenwasser der Ebene von Saclay zu fassen und es in Reservoirs zu führen, welche im Parc-aux-Cerfs angelegt werden sollten, ging man sofort ans Werk und stellte schleunigst den Teich von Saclay, die ihn speisenden Gräben und die Aquäducte her, welche nothwendig waren, um das Wasser auf den rechten Abhang des Bièvrethales bei Buc zu führen und nach Versailles zu leiten.

Um die Ungeduld des Königs zu befriedigen, wartete man die Vollendung des Aquäducts von Buc zur Aufnahme des bei Saclay gesammelten Wassers nicht ab und errichtete zwischen den Galerien, welche dieser Aquäduct verbinden sollte, zwei gußeiserne Leitungen zur Hinüberschaffung des Wassers von einer Seite des Thales zur andern, von wo man es in die Reservoirs Gobert leitete, welche 13m0 unter den Reservoirs von Montbauron angelegt worden waren.

Gleichzeitig führte man in Versailles, um die wegen des nördlichen Flügels des jetzigen Schlosses zerstörten Reservoirs zu ersetzen, drei Bassins aus, das eine, das Wasserschloß genannt, an der Ecke der Rue des Bons-Enfants, die beiden andern in der Verlängerung der neuen Gebäude, die man aus diesem Grunde die Flügelreservoirs nannte. Diese drei der Terrasse so nahe liegenden Reservoirs existiren jetzt noch, speisen alle Springbrunnen und werden von den beiden Reservoirs von Montbauron versorgt, wo gleichzeitig das Wasser von Marly in einer von dem Hügel der Picardie kommenden Röhre und das Wasser der Ebene von Trappes mittels Röhren einströmt, welche von dem Vertheilungsbassin des Parc-aux-Cerfs aus- und unter der Avenue von Paris durchgehen.

Verbindung zwischen den Teichen von Trappes und Saclay. — Das System der Teiche wurde außerdem durch die Anlage des Grabens von Guyancourt, durch den das Ueberwasser des Teiches von Trappes in den Teich von Saclay gelangt, so wie durch die Herstellung aller Ablaßgräben vervollständigt, welche nothwendig sind, um das überflüssige Wasser der Teiche in die Flüsse Yvette, Bièvre und Mauldre zu leiten.

Zustand der Wasserversorgung zur Zeit der Revolution im Jahre 1789. — In diesem Zustande befand sich die Wasserversorgung während der letzten Jahre der Regierung Ludwig XIV., und so war er auch noch beim Ausbruch der Revolution, denn beinahe ein Jahrhundert hindurch wurde den Schöpfungen dieses großen Monarchen nichts mehr hinzugefügt, und als die bedeutenden Entwürfe, welche unter Ludwig XVI. zur Verbesserung des Zustandes waren gemacht worden, ausgeführt werden sollten, wurde diese Absicht durch die Vorboten der Revolution verhindert.

In dieser Zeit gab man alles auf, was die Monarchie erschaffen hatte, um die Residenz des Königs zu verschönern, und als Napoleon nach dem errungenen Frieden Versailles aus seinen Ruinen erheben wollte, fand er das Wasserleitungssystem Ludwig XIV. in dem erbärmlichsten Zustande, denn die Maschine von Marly förderte im Jahre 1803 nur 12 Zoll Wasser täglich auf, während sich diese Zahl im Jahre 1789 auf 32 belief, nachdem sie im Anfange 250 betragen hatte.

Die Commission des Jahres 1801. — Um über den wahren Zustand dieses Dienstes und über die Mittel zu seiner Verbesserung gehörig aufgeklärt zu werden, ernannte der Minister auf Befehl des ersten Consuls eine Commission, zu welcher Prony, Bossut, Coulomb u. s. w. gehörten, und welche die Aufgabe erhielt, die verschiedenen Entwürfe zu prüfen, welche den Zweck hatten, die alte Maschine von Marly entweder zu ersetzen oder zu verändern. Diese Commission trug in ihrem Berichte vom 24. März 1802 auf die Abtragung der alten Maschine und auf die Herstellung von Pumpen an, welche so angeordnet wären, daß sie mit einem einzigen Hub 600 Zoll Wasser

Digitized by Google

aus der Seine auf eine Höhe von 83m0 heben könnten, das zum Theil durch Bewegung eines Rades verwendet werden ſollte, mit dem man 50 Zoll Waſſer in die Waſſerleitung von Marly zu fördern beabſichtigte.

Durch ein Conſulardecret vom 4. December 1803 wurde die Ausführung dieſer neuen Anlage angeordnet und einem gewiſſen Herrn Heran übertragen; bald aber wurde ſie eingeſtellt und endlich in Folge eines Verſuches, aus dem ſich die Möglichkeit ergab, das Problem auf eine viel befriedigendere Weiſe zu löſen, ganz aufgegeben.

Pumpen von Brunet. — Ein Bauunternehmer, Namens Brunet, machte den Vorſchlag, das Waſſer mit einem einzigen Hub bis auf die Höhe des Thurmes von Marly zu heben, was man nur zu denken bis dahin nicht gewagt hatte, denn man fürchtete den Bruch der Röhren. Der Antragſteller ſtützte ſein Project auf Betrachtungen, welche dem Miniſter ſo viel Vertrauen einflößten, daß er die Ausführung anordnete. Demzufolge wurde das 14. Rad, das von den Schützen und dem Ufer am entfernteſten und folglich am ungünſtigſten lag, Brunet zur Verfügung geſtellt. Er brachte an einer Welle zwei Kurbeln an, durch die er vier Saug- und Druckpumpen in Bewegung ſetzte, deren Product in ein Luftreſervoir floß, um eine regelmäßige ſteigende Bewegung in der Leitung zu erhalten; durch 19 in gleichen Entfernungen an dieſer Leitung angebrachte Hähne ſtrömte die Luft aus und man konnte ſich von der Ankunft des Waſſers bei denſelben überzeugen.

Die auf dieſe Weiſe eingerichtete Maſchine wurde am 24. September 1804 in Betrieb geſetzt, und als am 28. September der Präfect der Seine und Oiſe in Begleitung des General-Waſſer- und Straßenbauinſpectors de Prony und des Inſpectors der kaiſerlichen Gebäude Leroy an Ort und Stelle kam, um den Verſuchen des neuen Mechanismus beizuwohnen, konnte er ſich überzeugen, daß das Waſſer mit einem einzigen Hube in die Waſſerleitung gehoben wurde und 10 Zoll betrug, während das Ergebniß der alten Maſchine nur 5 war.

Project der Herren Brüder Perrier. — Nach den glücklichen Reſultaten des Syſtems Brunet hätte man glauben ſollen, daß auch die andern dreizehn Räder auf dieſe Weiſe verwendet werden würden, was aber nicht ſtattfand; im Jahre 1807 begann man die Ausführung eines von den Brüdern Perrier vorgelegten Projectes zur Hebung des Waſſers mittels zweier Dampfmaſchinen, wovon die eine, mit doppelter Wirkung, das Waſſer aus der Seine zu heben und in ein 48m0 über dem Fluſſe gelegenes Baſſin zu leiten beſtimmt war, während die andere Maſchine, die einfach wirkende, in dem Thurm von Marly über einem Schacht aufgeſtellt werden ſollte, den man durch eine horizontale Galerie mit dem von der erſten Maſchine geſpeiſten Baſſin in Verbindung zu bringen beabſichtigte.

Die im Jahre 1807 begonnenen Arbeiten wurden einige Jahre ſpäter aufgegeben, und in Folge eines von Prony, Heurtier, Rondelet, Girard, Morry und Bruyère erſtatteten Berichtes entſchied man ſich definitiv für die Ausführung der jetzt beſtehenden Dampfmaſchinen.

Dampfmaſchine von Cécile und Martin. — Da die alte Maſchine ſich immer mehr verſchlechterte, ſo brachten Cécile und Martin während der Ausführung der neuen Maſchine an zwei der alten Räder Pumpen nach einem ähnlichen Syſtem wie das Brunet'ſche an, die am 25. Auguſt 1817 zum erſtenmale in Bewegung geſetzt und bis heutigen Tages beibehalten wurden, da die beiden Räder beinahe hinreichen, um den Dienſt zu ſichern, wenn der Waſſerſtand der Seine für den Gang der Räder günſtig iſt.

Die im Jahre 1826 vollendete Maſchine verſieht den Dienſt, wenn die andere Maſchine ſtillſteht oder für die Bedürfniſſe der Stadt Verſailles nicht ausreicht.

Zuſtand der Waſſerkunſt von Marly im Jahre 1852. — Dieſe Anſtalt beſtand 1. aus zwei Schwungrädern von beiläufig 12m0 Durchmeſſer zur Bewegung der Pumpen, welche im Durchſchnitt 850 Kubikmeter Waſſer täglich heben;

2. aus einer Dampfmaſchine, die man nur in Bewegung ſetzt, wenn das Ergebniß der Räder nicht ausreicht und während ihres Betriebes ungefähr 1800 Kubikmeter in 24 Stunden hebt;

3. aus drei Leitungen, wovon zwei zur Zeit der Aufſtellung der Dampfmaſchine angelegt wurden und deren innerer Durchmeſſer 0m19 beträgt; die dritte mit alten Röhren hergeſtellte hatte anfänglich einen Durchmeſſer von 0m22 auf einer Länge von 694m0, den man für die übrigen 558m0 auf 0m162 verminderte; ſie befand ſich in ſchlechtem Zuſtande und wurde ſeitdem ganz auseinandergenommen;

4. aus drei Aufnahmebaſſins anſtatt des Reſervoirs der „beiden Thore", von denen aber nur das eine mit 35000 Kubikmeter Inhalt benutzt wurde.

Die Commiſſion überzeugte ſich, daß ſich die beiden Räder in ſehr ſchlechtem Zuſtande befanden, daß ſie ſich zur Befriedigung der Bedürfniſſe eines Dienſtes, welcher 5000

Digitized by Google

Kubikmeter pro Tag verlangte, nicht eigneten, und daß die Dampfmaſchine unſtreitig große Hülfe gewähre, weil ſie allein zwei Fünftel dieſes Volums beſchaffen konnte, daß aber ihre Verwendung wegen des großen Aufwandes an Brennmaterial höchſt koſtſpielig ſei, denn der Kubikmeter des von ihr gelieferten Waſſers koſtete nicht weniger als 0,23 Fr., während man die Ausſicht hatte, dieſen Preis durch den Gebrauch von Waſſerrädern auf 0,037 zu reduciren.

Vorſchläge der Commiſſion von 1852. — Die Commiſſion gab in Berückſichtigung dieſer Verhältniſſe das Gutachten ab, den ganzen Dienſt mittels dreier neuer Waſſerräder zu bewirken und zwar vorzugsweiſe mit Turbinen, ohne daß ſie ſich indeſſen über irgend ein Syſtem dieſer Motoren äußerte; ſie erſuchte die Staatsverwaltung einen desfalſigen Concurs unter den Maſchinenconſtructeuren auszuſchreiben, die gegenwärtige Dampfmaſchine aber fortbeſtehen zu laſſen und ſelbſt zu verbeſſern, um im Fall der Reparatur oder der Erneuerung der Waſſerräder den Dienſt nicht zu unterbrechen.

Was die Leitungen betrifft, ſo erkannte ſie es an, daß die von 0m 19 innerm Durchmeſſer, welche zur Zeit der Conſtruction der Dampfmaſchine war gelegt worden, ſich in gutem Zuſtande befinde und erhalten werden müſſe, daß aber die alte Leitung wegen der Ungleichheit ihres Durchmeſſers und des ſchlechten Zuſtandes ihrer Verbindungen für den neuen Dienſt unbrauchbar ſei und durch eine neue Röhrenfahrt von 0m 325 innerm Durchmeſſer erſetzt werden müſſe. Außerdem erklärte die Commiſſion, daß es, wenn das gehobene Waſſer eine ſo beträchtliche Vermehrung erführe, nicht möglich ſei die Aufnahmebaſſins der „beiden Thore“ auf ein einziges zu beſchränken, und ſie müſſe daher den Antrag ſtellen, ein zweites Baſſin in Thätigkeit zu ſetzen, das einen Inhalt von beiläufig 60000 Kubikmeter habe.

Was nun endlich die Stelle betrifft, wo die neuen Waſſerräder aufzuſtellen ſeien, ſo äußerte ſich die Commiſſion dahin, daß man ſie in dem Flußbette ſelbſt oder außerhalb desſelben links von der Straße nach St. Germain auf dem zur gegenwärtigen Maſchine gehörigen Terrain aufſtellen könne. Die Aufſtellung im Fluſſe ſelbſt hat für ſich die Einfachheit der Anordnung, die Leichtigkeit der Ausführung der Baulichkeiten in Verbindung mit der Herſtellung des im Intereſſe der Schifffahrt erforderlichen Wehres. Die Aufſtellung auf dem der Maſchine gehörigen Eigenthum hat den Vortheil der gänzlichen Unabhängigkeit von dem Schifffahrtsdienſt, der leichtern Verwahrung vor den Wirkungen des Eisganges und der ſchwimmenden Körper, und endlich der bequemern Abſonderung vom Fluſſe im Fall vorkommender Reparatur der Maſchinen.

Nach Erwägung dieſer verſchiedenen Argumente ſprach man ſich für die Aufſtellung im Flußbette nach dem von dem Director der Maſchine von Marly, Hrn. Dufrayer, vorgelegten Plan aus, welcher zugleich den Bedürfniſſen der Schifffahrt und der Waſſerverſorgung entſpricht.

Modificationen des Projects der Commiſſion auf den Bericht des Hrn. Regnault und Errichtung dreier Räder. — Gegen Ende des Jahres 1854 ſah ſich die Adminiſtration der Civilliſte in den Stand geſetzt, die Ausführung des von der Commiſſion entworfenen Programmes zu beginnen, doch hielt ſie es für räthlich zuvor Hrn. Regnault, Mitglied der Akademie der Wiſſenſchaften, über dieſen Gegenſtand zu Rathe zu ziehen, welcher die allgemeinen Anordnungen der Commiſſion für zweckmäßig erklärte und nur einige Modificationen vorſchlug.

Hinſichtlich des Platzes für die Maſchine ſprach er für die Aufſtellung im Flußbette und für die Annahme des Planes von Dufrayer in jeder Beziehung. Er bemerkte, daß die Schifffahrt auf der Seine kein Hinderniß für die Ausführung desſelben ſein könne, weil der Bau des beweglichen Wehres des Herrn Poirée zu Bezons das Reſultat ergab, die Linie für die Schifffahrt definitiv auf den zweiten Arm der Seine, d. h. auf das rechte Ufer, zu verweiſen; daß man alſo nicht bloß den Platz am linken Ufer frei benutzen könne, ſondern auch dieſen Arm ſelbſt durch ein Wehr abſchließen müſſe.

Obgleich er der Meinung ſei, daß wenigſtens für den Moment drei Räder hinreichend wären, ſo glaubt Regnault doch darauf beſtehen zu müſſen, weitere drei Räder aufzuſtellen, jedoch nach Maßgabe des ſich herausſtellenden Bedürfniſſes.

Was nun die Conſtruction der Räder ſelbſt betrifft, ſo glaubte Hr. Regnault, den Turbinen mittelſchlächtige Schaufelräder vorziehen zu müſſen, was er folgendermaßen motivirt.

„Es handelt ſich, ſagt er, das Waſſer der Seine durch Druckpumpen mit einem einzigen Hub auf eine Höhe von mehr als 150m 0 zu heben und dabei die jetzt beſtehende Röhrenfahrt zu benutzen. Die Kolben dieſer Pumpen werden alſo einen Druck von 15 bis 16 Atmoſphären erleiden. Die Erfahrung lehrt, daß es nothwendig iſt, daß der

Digitized by Google

Gang dieser Pumpen gemäßigt und daß ihr Spiel so combinirt sei, daß die Wassersäule in den Röhren eine beinahe gleichmäßige Geschwindigkeit habe, weil sonst Stöße (coups de belier) verursacht werden, welche vernichtend auf die Verbindungen wirken und die untern Röhren brechen können. Es ist daher auf die Anordnung und die Herstellung dieser Pumpen eine ganz besondere Aufmerksamkeit zu verwenden."

„Was die hydraulischen Motoren betrifft, so kann man zwischen Turbinen und mittelschlächtigen Schaufelrädern nicht im Zweifel sein. Beide Arten haben Vortheile und Nachtheile, welche je nach den Verhältnissen der einen oder der andern den Vorzug geben. Die Turbinen, deren Construction jetzt sehr vervollkommnet ist, sind hauptsächlich für große und mittlere Gefälle mit geringern Wassermassen verwendbar. Damit ihre höchste Wirkung hervorgebracht werde, müssen sie sich mit einer Geschwindigkeit bewegen, welche jedenfalls die Geschwindigkeit bei weitem überschreitet, die für unsere Pumpen nicht überstiegen werden darf. Unter günstigen Verhältnissen bringen die Turbinen einen größern Nutzeffect als die mittelschlächtigen Räder; sie setzen ihren Gang unter Umständen fort, wo senkrechte Räder stehen bleiben müssen, nämlich bei hohen Wasserständen, wo die Räder ersäuft werden, und bei Eisgängen."

„Die mittelschlächtigen Wasserräder nehmen nur solche Geschwindigkeiten an, wie sie zweckmäßig sind, um die Pumpen zu bewegen; sie erfordern also nicht wie die Turbinen die Anbringung von Getrieben zur Verminderung der Geschwindigkeit, welche stets beträchtliche Kraftverluste veranlassen und beträchtliche Herstellungs- und Unterhaltungskosten erfordern."

„Die Räder sind leichter zu construiren; sie können unter der Leitung von den Ingenieuren der Wasserwerke von Versailles unmittelbar von Zimmerleuten ausgeführt werden, während die Turbinen nothwendiger Weise von besondern Mechanikern angefertigt werden müssen; auch ist die Unterhaltung der Räder sehr einfach, die der Turbinen bei weitem complicirter."

„Die Vortheile der Turbinen gegen senkrechte Räder erscheinen mir unter den hier waltenden Verhältnissen illusorisch. Eine lange an der Maschine von Marly gemachte Erfahrung hat den Beweis geliefert, daß die mittelschlächtigen Wasserräder im Durchschnitt nur zwei Monate im Jahre stillstehen und daß ein gänzlicher Stillstand noch niemals drei Monate erreicht hat. Ich gebe zu, daß bei den Turbinen ein noch geringerer Stillstand stattfindet, glaube aber, daß an den Tagen, wo sie gehen und die Räder stillstehen, die Turbinen eine unbedeutende Wirkung hervorbringen werden. Die Ruhezeit der Räder findet in der That nur bei Hochwasser statt, und es ist in diesem Falle das Gefälle auf einige Decimeter reducirt, die Wassermasse aber ist sehr beträchtlich; die Turbinen können dann noch eine beträchtliche Arbeit liefern, wenn sie eine solche Geschwindigkeit erlangen, daß sie eine große Wassermasse verbrauchen; dies aber ist uns wegen des Spiels unserer Pumpen verboten; die Turbinen würden also bei großen Wasserständen nur eine unbedeutende Leistung gewähren."

„Mit kurzen Worten, die Verhältnisse, in denen wir uns in Bezug auf die Wasserkunst von Marly befinden, erscheinen mir hinsichtlich der Turbinen im höchsten Grade ungünstig. Ich habe großen Zweifel, daß selbst unter den günstigsten Verhältnissen, d. h. bei mittlerm Wasserstande, die Turbinen bei der geringen Umdrehungsgeschwindigkeit, die man ihnen mittheilen kann, die enorme Wassermasse, die ihnen das Gefälle liefert, bewältigen werden. Ich bin daher der Meinung, mittelschlächtige Räder anzuwenden, deren Construction von den Wasserbauingenieuren unmittelbar dirigirt werden kann, welche, wenigstens rücksichtlich der Unterhaltung, weniger Kosten erfordern und deren Anwendung in besserm Verhältniß mit der Geschwindigkeit steht, welche wir hervorbringen müssen."

Die Wichtigkeit dieser Bemerkungen läßt sich nicht verkennen; auch wurden sie von der Verwaltung gewürdigt und es wurde die Aufstellung dreier Schaufelräder beschlossen, welche Arbeit im Jahre 1858 begonnen und im Laufe des Jahres 1659 vollendet wurde.

Canalisirung von Saint-Cloud. — Da man nach Errichtung dieser Räder über eine größere Wassermenge verfügen konnte, so sah man sich in den Stand gesetzt den schon seit langer Zeit von der Gemeinde St. Cloud rücksichtlich der Ueberlassung einer gewissen Wassermenge gemachten Anträgen nachzukommen. Während man sich mit dem Aufstellen der Räder beschäftigte, legte man für diese Gemeinde eine besondere Canalisation an, welche jetzt in voller Thätigkeit ist.

Herstellung eines vierten Rades und Vergrößerung der beiden Reservoirs der zwei Thore. — Die fortwährende und sehr schnelle Zunahme der Wasserconsumtion endlich, worüber wir im folgenden Capitel uns näher aussprechen werden, führte auf die Nothwendigkeit der Errichtung eines vierten Rades

Digitized by Google

und folglich auf die Vergrößerung der Aufnahmebassins der zwei Thore, welche letztere Arbeit im Laufe des Jahres 1863 vorgenommen wurde. Bisher waren von drei Behältern zwei in Thätigkeit, deren Inhalt 100000 Kubikmeter betrug; das dritte, schon früher gegrabene Bassin war bereits seit langer Zeit nicht mehr im Gebrauch, doch stellte man jetzt alle Mauern wieder her und setzte es in vollkommenen Zustand, so daß jetzt die Wassermasse, welche man in Reserve hält, 359000 Kubikmeter beträgt.

Was das vierte Rad betrifft, so ist dessen Errichtung im Princip entschieden und es sind die dazu erforderlichen Arbeiten in der Ausführung begriffen.

## II. Die Wasserconsumtion.

Als Ludwig XIV. die großen Werke erschuf, welche Wasser nach Versailles führen sollten, scheint er dabei den einzigen Zweck gehabt zu haben, den Bedürfnissen des Schlosses und seiner Pertinenzien zu genügen und besonders die Promenaden des Parks entweder durch momentane, jedoch häufig wiederholte Effecte der Wasserwerke oder durch den dauernden Anblick von Wasserflächen in weiten Kanälen und Bassins, welche verschwenderisch in den Alleen angelegt waren, in denen der König zu promeniren pflegte, zu verschönern.

Die öffentlichen Etablissements sollten an dieser Wasserversorgung Theil nehmen. Ludwig XIV. wollte das von ihm geschaffene Versailles zu einer großen und bevölkerten Stadt machen, und er mußte sich daher allem geneigt zeigen, was zur Wohlfahrt seiner neuen Residenz beitragen konnte.

Hr. Séguy, Director der Wasserleitungen, drückt sich darüber in seinem Berichte vom 28. März 1850 folgendermaßen aus. „Während der ganzen Regierung Ludwig XIV. ist nichts oder wenig gegen die ursprüngliche Bestimmung des nach Versailles geleiteten Wassers geschehen, d. h. das Wasser aus den Teichen wurde stets zu den Wasserkünsten des Parkes verwendet, welche theilweise alle Tage (was man die gewöhnlichen oder die kleinen Wasserkünste nannte), zusammen aber alle Sonn- und Feiertage (die großen Wasserkünste) spielten. Die Brunnen und eine große Anzahl öffentlicher Etablissements consumirten das Fluß- und Quellwasser; erst um 1722 begann man die Spuren von Vertheilungen zum Vortheil der Prinzen der königl. Familie und einiger großer Herren aufzufinden; und erst in der Regierungszeit Ludwig XVI. wurden den öffentlichen Anstalten und den Bewohnern Concessionen ertheilt. Kurz die Gewässer hatten vom Anfange an bis zum Jahre 1793 beinahe ihre ursprüngliche Bestimmung beibehalten, und erst von dieser Zeit an wurden Concessionen gegen Zahlung bewilligt, was aber sehr langsam vorging, indem die Zahl derselben selbst im Jahre 1816 erst auf 96 gestiegen war.

Uebrigens wäre es Ludwig XIV., wenn er auch seine Begriffe über die Wichtigkeit und die persönliche Bedeutung des Monarchen einen Augenblick vergessen hätte und mit dem Publicum durch Concessionen in Gemeinschaft getreten wäre, nicht möglich gewesen, eine solche Absicht durchzuführen. Einerseits brauchten die alle Tage spielenden Künste große Wassermassen und anderseits verminderten sich die von Marly gelieferten Quantitäten fortwährend und in einem solchen Grade, daß das von 14 Rädern gelieferte ursprüngliche Quantum von 5000 Kubikmeter bald auf 1200 sank, und dies war auch das Motiv, das auf den Gedanken der Ableitung der Eure führte, worüber bereits gesprochen wurde. Nach Ludwig XIV. wurde die hydraulische Kraft von Marly noch schwächer, denn sie hob im Jahre 1789 nur 640 Kubikmeter täglich und im Jahre 1803 gar nur 240 Kubikmeter.

Unter solchen Verhältnissen war es nicht wohl möglich Concessionen an Anstalten und Private zu verleihen. Als endlich, wie wir bereits berichtet, im Jahre 1817 zwei von den alten Rädern so eingerichtet worden waren, daß sie mit einem einzigen Hub das Seinewasser bis zum Kanal des Aquäducts hoben, konnte man auf eine tägliche Versorgung von 850 Kubikmetern rechnen *). Die Regelmäßigkeit, welche auf diese Weise in der Wasserversorgung erreicht wurde und die von der im Jahre 1826 aufgestellten Dampfmaschine geleistete Hülfe gestatteten endlich eine Vertheilung des Wassers an das Publicum, und die Anzahl der Concessionen nahm mit wachsender Geschwindigkeit zu, so daß sie im Jahre 1850 schon 619 und jetzt 1407 mit einem Betrage von 2786 Kubikm. erreichte. Dazu werden geliefert von dem „weißen Wasser“ 1990, von der Seine 769 und vom Quellwasser 27 Kubikmeter.

*) Das Maximum der Arbeit der beiden Räder betrug 1200 Kubikmeter täglich und wurde dann erreicht, wenn ein niedriger Wasserstand stattfand; bei hohem Wasser war das Erträgniß viel geringer und es wurden die Räder im Durchschnitt 56 Tage im Jahre angehalten. Auf diese Verhältnisse Rücksicht nehmend findet man das durchschnittliche tägliche Erträgniß mit 850 Kubikmeter.



Digitized by Google

Nachdem die von der Commission des Jahres 1852 vorgeschlagenen Arbeiten vollendet waren, wurde die Frage laut, ob die Werke von Marly von nun an nicht allein im Stande wären allen Bedürfnissen zu genügen, so daß man die Teiche, welche bisher zu diesem Zwecke nicht benutzt wurden, aufgeben, sie austrocknen und dem Ackerbau übergeben könnte. Es wurde deßhalb im Jahre 1860 eine Commission niedergesetzt und das Resultat ihrer Berathungen lautete dahin, daß die Ausführung dieser Absicht vor der Hand nicht möglich sei. Bevor man aber einen solchen Ausspruch fassen konnte, war es nothwendig sich von der Wassermenge zu überzeugen, welche zur Versorgung der Städte Versailles und St. Cloud so wie einiger anderen Localitäten nothwendig ist.

Bei dem Zustande im Jahre 1860 wurden hierzu täglich erfordert im Winter 5700, im Sommer 6500, zusammen 12200 oder durchschnittlich im Jahre 6100 Kubikmeter. Dazu kommt aber noch das für die Wasserkünste erforderliche Quantum, welche beiläufig zehnmal im Jahre spielen und jedesmal 6 bis 7000 Kubikmeter erfordern, folglich pro Jahr . . . . 70000 Kubikm.

Ferner für die 126 Wasserausläufe von Versailles, welche ein Drittel des Jahres gebraucht werden und jedesmal 508 Kubikmeter in Anspruch nehmen, folglich zusammen . . . . 62000 „

Summa 132000 Kubikm.

was einem täglichen Verbrauch von . . 400 Kubikm. entspricht. Rechnet man hierzu die obigen . . . . . 6100 „

so erhält man als Totalsumme . . . 6500 Kubikm.

Da die Consumtion vor der Errichtung der neuen Räder nur 5400 Kubikmeter betrug, so ergab sich als unmittelbare Wirkung der an den Werken von Marly vorgenommenen Arbeiten eine Vermehrung von 1100 Kubikmeter, doch ist zu bemerken, daß in dieser Zeit die neue Maschine seit kaum 18 Monaten arbeitete. Im Jahre 1863 betrug die Menge des consumirten Wassers 8000 Kubikmeter, welche folgendermaßen vertheilt war:

| | | |
|---|---|---|
| Marly und Louveciennes . | 120 | Kubikm. |
| St. Cloud . . . | 1700 | „ |
| Versailles . . . . | 6180 | „ |
| Zusammen | 8000 | Kubikm. |

Die Vermehrung um 1500$^{m}$0 gegen die Zahl des Jahres 1860 hatte folgende Ursachen:

1. die Ausdehnung der Kanalisirung in den kaiserlichen Residenzen;

2. das jetzt öfter als sonst vorkommende Spiel der Wasserkünste in Versailles und St. Cloud;

3. die beträchtliche Zunahme der Concessionen.

Zu dieser Consumtion von 8000 Kubikmetern trugen die verschiedenen Sorten von Wasser in folgendem Verhältniß bei:

| | Quellwasser | Seinewasser | Weißes Wasser | Total |
|---|---|---|---|---|
| Marly und Louveciennes | „ | 120 | „ | 120 |
| Saint-Cloud u. nächste Gemeinden . . . . | „ | 900 | 800 *) | 1700 |
| Versailles . . . . | 100 | 2480 | 3600 **) | 6180 |
| Zusammen | 100 | 3500 | 4400 | 8000 |

Verfolgt man den Gang der Begebenheiten in der vergangenen Zeit, so finden wir also, daß in den Jahren 1856, 1857 u. 1858 vor der Aufstellung der neuen Räder die Consumtion pro 24 Stunden 5400 Kubikmeter betrug, und da die Wasserkunst von Marly dazu nur 1400 Kubikmeter lieferte, so mußte die Differenz von 4000 Kubikmetern aus den Teichen beschafft werden.

Im Jahre 1859 begannen die drei Räder ihre Arbeit und lieferten im Jahre 1860 die Anzahl von 3100 Kubikmetern, der Zufluß des Wassers vermehrt sich, was aber auch derselbe Fall mit der Consumtion ist, die sich auf 6500 erhob, und die Teiche mußten auch ferner die Differenz oder 3400 Kubikmeter liefern.

Nach Maßgabe, als man sich mit den neuen hydraulischen Apparaten bekannter machte, gewann man die Ueberzeugung, daß man von ihnen eine größere Leistung verlangen kann als früher. Im Jahre 1862, welches für ihren Betrieb sehr günstig war, ergaben sie eine Aufförderung von 4900 Kubikmeter, die Consumtion stieg aber auf 8000$^{m}$0, und man mußte daher den Teichen noch 3100 Kubikmeter entnehmen.

Die Teiche lieferten also seit 1856 beständig ein sich beinahe gleich bleibendes Volum, obgleich die Zuflüsse von Marly stets im Zunehmen begriffen waren; je mehr man seit 8 Jahren an Wasser gewonnen, um so mehr hat man auch wieder abgegeben.

## III. Die Wasserkunst von Marly.

**Erster Theil. Beschreibung der Localität und der Mechanismen.** — Die Wasserkunst von Marly liegt

*) Wasser der Reservoirs de la Marche und Ville-d'Avray.
**) Wasser der Teiche von Trappes und Saclay.

Digitized by Google

im Flußbett der Seine, am untern Ende eines langen Wehres, welches unter der Regierung Ludwig XIV. im ausſchließlichen Intereſſe der Waſſerverſorgung von Marly erbaut wurde, zu welchem Ende man, wie wir bereits in der geſchichtlichen Skizze erwähnt, die verſchiedenen Arme abſchloß, welche durch eine lange Reihe von Inſeln zwiſchen Bezons und Marly getrennt wurden; man verband alſo dieſe Inſeln unter ſich und erreichte eine Stauung, die ſich auf eine Strecke von nicht weniger als 8 Kilometer erſtreckt. An dem Ende dieſer Spannung wurden die Gerinne zur Bewegung der 14 Räder der alten Maſchine angelegt.

In unſerer Zeit wird das Wehr von Bezons für die Schifffahrt benutzt, zu welchem Behufe eine Kammerſchleuſe nächſt der Maſchine darin angelegt wurde, mittelſt welcher die Schiffe aus dem linken in den rechten Seinearm fahren.

Auf Seite 147 iſt die Situation der Werke von Marly dargeſtellt; L iſt das Gebäude für die Wohnung und die Bureaux der Direction; V iſt die Dampfmaſchine; beide Bauten nehmen den linken Theil der von Paris nach Cherbourg führenden kaiſerlichen Straße Nr. 13 ein, durch welche ſie von dem Gebäude C getrennt werden, das zur Aufnahme von ſechs Rädern beſtimmt iſt, wovon aber bis jetzt nur drei gearbeitet haben; ein viertes Rad ſollte im Laufe des Jahres 1864 aufgeſtellt werden. Die Mauer A B der ſüdöſtlichen Seite der Radkammer iſt der letzte Theil des Wehres von Bezons und hat ſechs mit Schützen verſehene Oeffnungen, welche den ſechs Rädern correſpondiren; an der Flußſeite dieſer Mauer ſchließt ſich rechtwinkelig an dieſelbe eine zweite, ein Wehr bildende Mauer BD an.

Der geſchickte Director von Marly, Herr Dufrayer, der Autor der Entwürfe für das neue Etabliſſement, der auch die Ausführung der Baulichkeiten leitete, nahm für die Conſtruction BD dieſelben Dispoſitionen wie für AB an; es ſind darin ſechs Oeffnungen angebracht, welche künſtlich geſchloſſen ſind, ſo daß wenn ſpäter die ſechs Räder für ungenügend befunden würden, eine gleiche Anzahl abwärts des Theils des Wehres B D angebracht werden könnte. Man ſieht alſo, daß von jetzt an alles ſo angeordnet iſt, daß die hydrauliſche Kraft von Marly in hohem Maße vergrößert werden kann; indem ſich Dufrayer mit der Gegenwart beſchäftigte, verlor er auch die Zukunft nicht aus den Augen.

Das Ende D dieſer zweiten Mauer ſchließt ſich einerſeits an die letzte Inſel des Wehres von Bezons mit einer vollen Mauer DE, welche ebenfalls ein Wehr bildet, anderſeits an das Flußufer durch die ſchiefe Linie DF an; längs dieſer Linie iſt ein hölzernes feſtes Gitter aufgeſtellt, welches Eisſchollen und andere ſchwimmende Gegenſtände von den Gerinnen abhält; es herrſcht daher in dem umſchloſſenen Raum ABDF eine verhältnißmäßige Ruhe, welche der Erhaltung der Maſchinen und der Regelmäßigkeit ihres Ganges ſehr günſtig iſt.

Steigende Leitungen. — Die beiden punktirten Linien, welche von dem Räderhauſe ausgehen und ſich an dem Aeußern des Dampfmaſchinengebäudes hinziehen, ſtellen jenen Theil der ſteigenden Doppelleitung dar, welcher unter der kaiſerlichen Straße und unter der Terraſſe des Dampfmaſchinenhauſes durchgeht; beide Leitungen treten hinter dem Gebäude zu Tage und ſteigen auf dem Boden liegend offen bis zum Aquäduct von Marly.

Dieſe für die Dampfmaſchine hergeſtellten Leitungen wurden für den Betrieb der Räder beibehalten; ſie beſtehen aus zwei cylindriſchen gußeiſernen Röhren von $0^m19$ innerm Durchmeſſer, die zuſammen einen Querſchnitt von 0,056 Quadratmeter haben. Obgleich ſie bisher ausreichten, ſo wird dies doch nicht der Fall ſein, wenn die Anzahl der Räder eine größere wird, weßhalb ſich auch die Adminiſtration der Civilliſte ſeit einigen Jahren mit dieſer Angelegenheit beſchäftigt.

Indem das Waſſer der Linie a b d e des Längenprofils folgt, kommt es an dem Fuße des $603^m0$ langen Aquäducts von Marly an und erhebt ſich hier ſenkrecht bis in die kleinere Rinne desſelben, welche ein Gefälle von $6^m00015$ pro Meter hat; dann fällt das Waſſer in eine unter der Erde liegende Röhre und gelangt heberförmig zu dem Reſervoir der beiden Thore, nachdem es von der Seine an im Ganzen eine Strecke von $2240^m0$ durchlaufen und $160^m0$ über den niedrigſten Waſſerſtand der Seine gehoben wurde.

Sehr fehlerhaft iſt die Leitung des Waſſers von dem Aquäduct bis zu dem genannten Reſervoir; der untere Theil des Hebers verſtopft ſich um ſo leichter, als man zur Wegſchaffung der Ablagerungen, ohne Oeffnung der Leitung, nur die geringe Druckhöhe von $0^m19$ zur Verfügung hat, welche zwiſchen der Höhe des Einfluſſes des Waſſers an der Spitze des Thurmes und ſeinem Austritt in die Reſervoirs beſteht.

Es iſt keinem Zweifel unterworfen, daß wenn einmal eine Erneuerung der jetzigen Leitungen ſtattfindet, der Aquäduct, obgleich er ein monumentales Bauwerk iſt, unnöthig werden wird, denn er iſt vom hydrauliſchen Standpunkt aus



Digitized by Google

unzweckmäßig. Die Leitung wird bis zu den Reservoirs fortgesetzt werden und ihr Wasser unmittelbar in dieselben führen.

Die Dampfmaschine. — Diese Dampfmaschine (Fig. 1 u. 2 Blatt 733) war in jener Zeit, als sie errichtet wurde, einer der merkwürdigsten Apparate dieser Art. Als unumgänglich nothwendiges Hülfsmittel für die beiden von Brunet erbauten Räder ist sie seit der Aufstellung der neuen Räder sehr problematisch geworden und wird es nach Maßgabe, als sich die Anzahl der Räder vermehrt, noch mehr und endlich ganz unnütz werden.

Diese nach dem System des niedern Druckes und mit doppelter Wirkung für eine Effectivkraft von 64 Pferden erbaute Dampfmaschine ist so eingerichtet, daß sie gleichzeitig eine starke Speisepumpe h (Fig. 1), welche durch ein langes, gußeisernes Rohr i das Seinewasser direct ansaugt, in Bewegung setzt und es in einen gußeisernen Centralbehälter j hebt, mit welchem acht parallele Druckpumpen k in Verbindung stehen, die an jeder Seite ihren Platz haben, so daß jeder ihrer Kolben seine abwechselnde Bewegung von Bläuelstangen erhält, welche an den Warzen der Kurbeln hängen, die an vier Zahnrädern desselben Durchmessers angebracht sind, welche von zwei kleineren Stirnrädern ihre Bewegung erhalten; diese aber sind an dem Ende einer Zwischenachse angebracht, welche durch zwei andere stärkere und größere Räder m und m' von der Triebwelle in Bewegung gesetzt wird.

Diese Welle, welche den Fehler hat, daß sie zu kurz ist, ist außerhalb ihrer beiden zu nahe aneinander stehenden Supports mit zwei schmiedeisernen Kurbeln von 0m80 Halbmesser armirt, womit sich die beiden großen gußeisernen Bläuelstangen n' verbinden, welche an dem Ende desselben Balanciers n befestigt sind, dessen Achse von vier starken Säulen o getragen wird, die auf einem sehr starken Unterbau aus Stein stehen, welcher sich mehr als 2m0 über den Boden erhebt.

Der an dem entgegengesetzten Ende stehende Dampfcylinder D hat zwei Steuerungsschieber wie bei der Maschine von Bolton. Der Condensator und die Luftpumpe E sind eben so eingerichtet und befinden sich in einer Art von Bassin, das in dem steinernen Unterbau angebracht ist.

Die neue Wasserkunst von Marly. — Die neuen Wasserräder befinden sich beinahe auf derselben Stelle als die alten, dem Dampfmaschinengebäude gegenüber, nehmen aber einen viel geringern Raum ein. Die 14 Räder Ludwig XIV., die in den letzten 50 Jahren bis auf zwei vermindert wurden, ergaben, wenn sie sich im besten Zustande befanden, keinen solchen großen Nutzeffect als die jetzigen drei großen Räder, welche nicht die Hälfte der disponiblen Kraft in Anspruch nehmen. Sie sind allerdings auch zweckmäßiger eingerichtet, und anstatt wie die ersteren von dem Wasserstrom in Bewegung gesetzt zu werden, gehen sie mit dem Druck in einem Kropfgerinne, an das sie sich mit ihrem untern Theil genau anschließen.

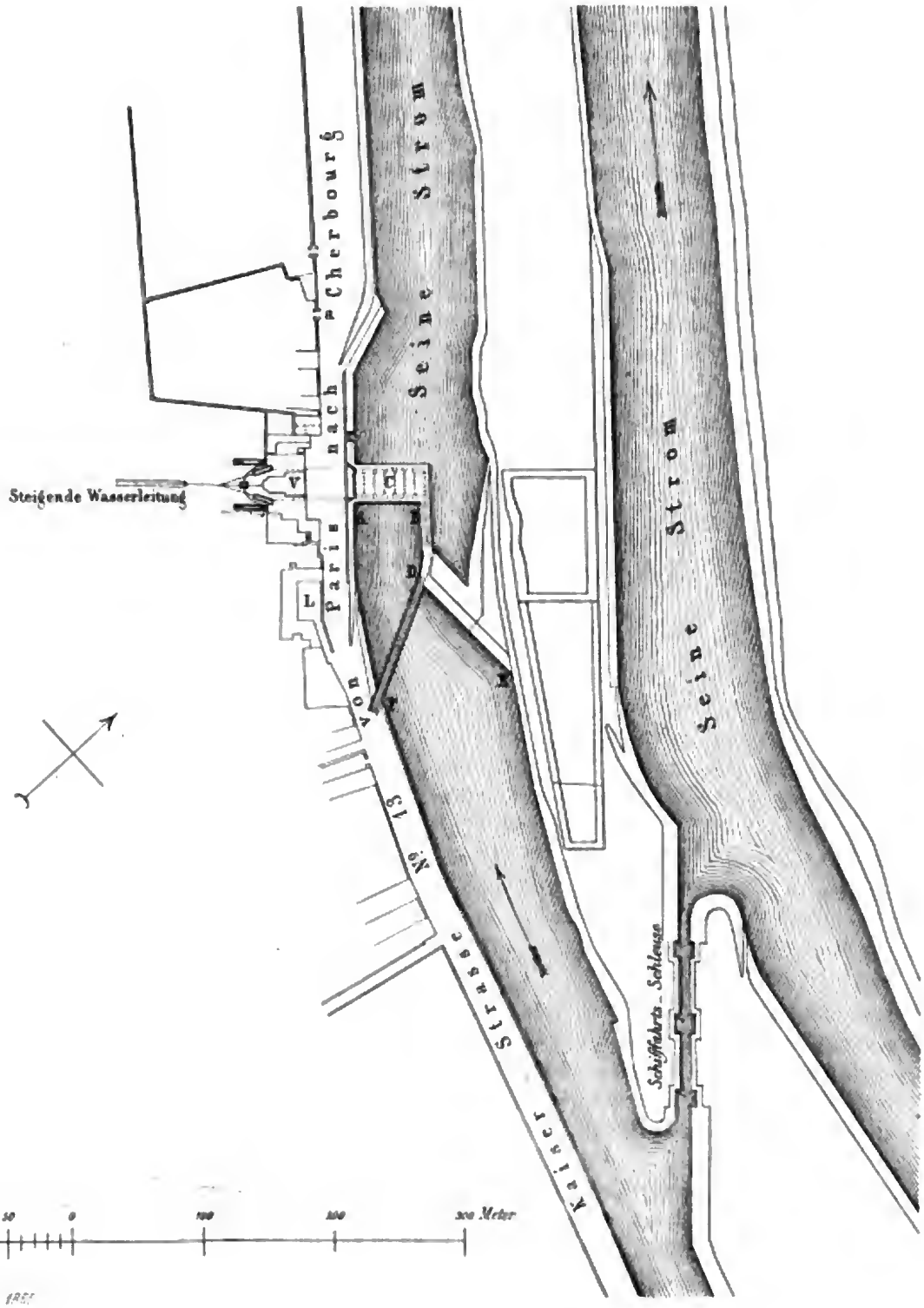
Das Gebäude, worin sich das ganze System befindet, ist aus Stein und Ziegeln erbaut und mit gewelltem Zink eingedeckt; es vermag sechs große Räder und folglich sechs ähnliche Mechanismen aufzunehmen; die drei ersten ausgeführten Räder sind auf der rechten Seite gelegen, die noch hinzu tretenden werden den linken Theil des Gebäudes einnehmen. Die Façade des Gebäudes ist der von Paris nach St. Germain führenden kaiserlichen Straße dem Dampfmaschinenhause gegenüber zugewendet; Fig. 3 (Blatt 733) ist die äußere Ansicht der rechten Seite dieses Gebäudes, Fig. 4 ein Längendurchschnitt der linken Seite desselben, der zugleich einen Seitenaufriß der drei Räder und Mechanismen dieses Theils ersichtlich macht; Fig. 5 ist ein horizontaler Schnitt in der Höhe der Fenster und zwar rechts der Grundriß der drei bestehenden Räder und der davon in Bewegung gesetzten Pumpenspiele, links aber der Grundriß der Gerinne für die noch aufzustellenden Räder.

Aufwärts und an der rechten Seite des Flusses befinden sich der große Ueberfall und die großen Abläße für die beträchtliche Wassermasse, die von den Wasserrädern nicht benutzt werden; diese Abläße sind denen bei G in Fig. 5 gleich und haben bei einer Höhe von 4m0 eine Breite von 5m0.

Die Fig. 6 und 7 (Blatt 734) in doppeltem Maßstabe der vorigen Fig. sind zwei senkrechte Querschnitte des Gebäudes, der eine nach der Linie 1—2 in Fig. 5 durch die Mitte der Wassereinläße und von den Pumpen, der andere nach der Linie 3—4 durch die Mitte eines Rades und seines Gerinnes, um den Eintritt des Wassers bemerkbar zu machen. Man ersieht aus diesen Figuren, daß jedes Rad aus 64 geraden Schaufeln p von starken Ulmenbohlen besteht, die durch Winkeleisen unter sich mit zwei Reihen concentrischer Kränze e und e', deren vier nach der Radbreite, verbunden und befestigt sind; außerdem sind sie an der Peripherie und an beiden Enden durch Schraubenbolzen b verbunden; 32 Schaufeln haben 4m50 Länge bei 3m0 Breite, während die anderen 32 bei gleicher Länge nur eine Breite von 2m40 haben.

Digitized by Google

# Situation der Wasserkunst von Marly




Allgem. Bauzeitung 1851

Digitized by Google

Digitized by Google

Die doppelten Reihen ſchmiedeiſerner Kränze e und e' ſind mit 16 hölzernen Armen E verbolzt, die ſich in einem gußeiſernen Wellkranz D von 2m40 Durchmeſſer vereinigen; vier ſolche gleiche Wellkränze ſind an der ſchmiedeiſernen 0m45 im Durchmeſſer haltenden Transmiſſionswelle A befeſtigt; die beiden äußern ſind mit den äußern Zwiſchenkränzen e durch ſtarke eiſerne Bänder d (Fig. 5) verbunden, welche dem ganzen Rade die gehörige Steifigkeit verleihen.

Die Transmiſſionswelle liegt auf zwei breiten Lagern B, die auf einer gußeiſernen Grundplatte C befeſtigt ſind, welche mit dem Boden durch Bolzen verbunden iſt; die Bolzen haben keine Kappe; es iſt keine Kraft vorhanden, welche die Welle zu heben ſtrebt, die von dem Rade feſt auf ihre Lager gedrückt wird.

Die Schützen G' für eine ſo beträchtliche Radbreite müſſen natürlich ein bedeutendes Gewicht haben, und um dasſelbe ſo viel als möglich zu vermindern, ohne ihre Widerſtandsfähigkeit zu beeinträchtigen, hat man ſie aus ſtarkem Blech mit Wänden oder Rippen gemacht, und zur Bewegung in ihren ſchrägen Führungen wurde über einer jeden ein beſonderer Mechanismus angebracht, nämlich ein Haspel (Fig. 5 u. 7), der aus einem gußeiſernen Geſtell F beſteht, das durch Querbänder verbunden und mit einer Kurbel f verſehen iſt, woran ein Getriebe befeſtigt worden, das mit einem Rade in Verbindung ſteht, welches an einer ebenfalls von dem Geſtell F getragenen Zwiſchenwelle befeſtigt iſt, die ein Getriebe hat, von dem das an der Welle g ſitzende Zahnrad G in Bewegung geſetzt wird. Dieſe Welle g wird von kleinen an das Geſtell F mitangegoſſenen Conſolen getragen und liegt mit ihren nach der ganzen Länge der Schütze verlängerten Enden auf kleinen, am Boden befeſtigten Supports; zwei Getriebe g' ſind nächſt ihren Enden befeſtigt und greifen in die Zahnſtangen h der Schütze, ſo daß durch die Kurbel des Haspels, je nachdem die Umdrehung ſtattfindet, der letztern eine aufwärts oder niederwärtsgehende Bewegung mitgetheilt wird, was jedoch wegen der dem Räderwerk der Transmiſſion gegebenen Verhältniſſe ſehr langſam geſchieht, damit der bei dem Haspel thätige Arbeiter die zu dieſem Manoeuvre erforderliche Kraft habe.

Um zu verhindern, daß die von dem Strom herbeigeführten feſten Körper unter die Radſchaufeln getrieben werden, iſt quer durch das Gerinne ein breites Gitter G² von Schmiedeiſen (Fig. 7) gelegt worden.

Jedes Rad ſetzt vier horizontale einfach wirkende Pumpen mit Taucherkolben in Bewegung; jede derſelben beſteht aus einem gußeiſernen Cylinder H (Fig. 5 und 8) von 0m450 äußerm und 0m390 innerm Durchmeſſer, woran auf jeder Seite zwei ſtarke Arme I zur Befeſtigung an das Gerüſt I' (Fig. 9) mitangegoſſen ſind. Das letztere, welches aus zwei Längenriegeln mit angegoſſenen Rippen beſteht, welche ſie unter ſich verbinden, iſt durch ſtarke Bolzen mit der Grundplatte verbunden, worauf das correſpondirende Lager der Radwellen befeſtigt iſt. Da das Gerüſt der auf der andern Seite in derſelben Achſe ſich befindlichen Pumpe ebenfalls mit dieſer Platte in Verbindung ſteht, ſo iſt jedes doppelte Pumpenſpiel zu einem Ganzen vereinigt und bietet alle mögliche Feſtigkeit.

In dieſem Pumpenſtiefel bewegt ſich der lange hohle gußeiſerne Kolben K mit ſanfter Reibung in der Stopfbüchſe h', die mittels 8 Bolzen angezogen wird und am Boden mit einem Meſſingring verſehen iſt. Um einen Theil von dem Gewicht des Kolbens zu tragen, der am Ende ſeines Laufes im Innern des Cylinders ohne Unterſtützung iſt, hat man den letztern mit einem langen Broncelineal i (Fig. 8) verſehen, worauf er liegt.

Dieſe ſehr einfache Einrichtung genügt zur Erhaltung der Liderung der Stopfbüchſe, welche ohne dieſe Vorſicht das enorme Gewicht des Kolbens an einem Theil ihrer Peripherie zu tragen hätte.

An der Spitze des Kolbens iſt ein Bügel L angebracht, durch deſſen beide Schenkel eine kleine ſchmiedeiſerne und abgedrehte Welle L' geht, die an ihren beiden Enden lange bronzene Klauen l (Fig. 10) hat, welche den Zweck haben ſich in den gußeiſernen Führungen l' zu bewegen, die an dem Gerüſt der Pumpe ſelbſt verbolzt und befeſtigt ſind; eine Einrichtung, welche derjenigen zur Führung der Kolbenſtange bei horizontalen Dampfmaſchinen ähnlich iſt.

Die Bewegung wird den Kolben von vier Pumpen wie bereits erwähnt gleichzeitig von der Welle eines jeden Waſſerrades mitgetheilt, die zu dieſem Behuf an jeder Seite außerhalb der ſie tragenden Lager B mit zwei ſtarken Kurbeln von 0m80 Halbmeſſer verſehen iſt, welche in rechtem Winkel befeſtigt ſind. An der Warze jeder Kurbel ſind die Köpfe von zwei ſchmiedeiſernen Bläuelſtangen a und a' befeſtigt; der eine von dieſen Köpfen iſt gabelförmig, um Raum für die andere Stange zu gewinnen. Von der Achſe der Warze bis zum äußern Kopf, der an der Querachſe L' befeſtigt iſt, haben dieſe Bläuelſtangen eine Länge von 3m40.

Der Boden von jedem dieſer Kolben, welcher zum Herausnehmen des Formkerns offen iſt, wird mit einem guß-

Digitized by Google

eiſernen Deckel k geſchloſſen, welcher koniſch iſt und verkittet wird (Fig. 8).

Der Pumpenſtiefel hat an der der Stopfbüchſe entgegengeſetzten Seite eine Art von Büchſe mit zwei ſenkrechten Anſatzröhren H', wovon die obere mit einem ſtarken Deckel $H^3$ geſchloſſen wird, den man wegnimmt, wenn Beſichtigungen oder Reparaturen ſtattfinden; die untere hat einen ſtarken Bügel $h^3$, durch den das Saugrohr M befeſtigt wird und auf welchem der Sitz N des Ventils O ſeinen Platz hat (Fig. 8 u. 9). Ventil und Ventilſitz ſind von Bronze. An dem letztern iſt eine kreisrunde Rinne zur Aufnahme einer dicken Scheibe n aus Korkholz und mit drei Buffern n' verſehen, die in gleichen Abſtänden an der Peripherie ſtehen, um beim Anfange des Taucherkolbens das Heben des Ventils zu begrenzen. Wenn dieſer Kolben drückt, ſo fällt die Klappe natürlich zurück und legt ſich auf den Kranz n oder den Sitz aus Ulmenholz, welcher den hermetiſchen Verſchluß ſichert; in dieſem Moment öffnen ſich die Klappen Q und Q' um ihr Charnier p', damit das angeſaugte Waſſer durch die Druckröhre entweichen kann. Dieſe Klappen ſind von Bronze mit Lederſiderung, damit ſie ſich ohne Geräuſch an den doppelten bronzenen Sitz mit geneigter Fläche R anlegen. Der letztere hat einen angegoſſenen Rand, ſo daß man ihn an die Ventilkammer mittels Bolzen befeſtigen kann, welche durch den Bügel dieſer Kammer und durch den am Ende des Pumpenſtiefels mitangegoſſenen Bügel gehen; über den beiden Klappen befindet ſich ein Schauloch mit einem ſtarken Deckel S.

Nächſt dem Kaſten, welcher die Druckventile enthält, iſt ein Schieberventil P' (Fig. 6 u. 7) angebracht, damit man bei Reparaturen die Verbindung dieſer Pumpe mit den beiden Leitungsröhren U u. U' unterbrechen kann, welche nach der ganzen Länge des Gebäudes nächſt den Mauern in einer gußeiſernen Galerie $U_2$ liegen, die mit Geländer und Candelabern u verſehen iſt und in welcher man um das ganze Gebäude herumgehen kann; ſie ſtehen mit zwei großen gußeiſernen Reſervoirs V V' am Ende des Saales in Verbindung, die ſich bis zum Dache erheben und bekanntlich den Zweck haben, den Druck des Waſſers in der Leitung und durch Variationen zu reguliren, welche durch die unregelmäßige Arbeit der Pumpen im Innern dieſer Behälter veranlaßt werden, indem die darin enthaltene Luft mehr oder minder comprimirt wird; dieſe Luft wird von den Pumpen ſelbſt mittels eines ſehr einfachen kleinen Apparats eingetrieben, der über den Deckeln $H^3$ der Saugventilkaſten angebracht und in Figur 11 dargeſtellt iſt, woraus man erſieht, daß er aus einer kleinen gußeiſernen Glocke o beſteht, welche einen bronzenen Hahn o' hat, der an den Deckel $H^3$ (Fig. 6, 7 und 8) angeſchraubt iſt. Der Bügel des Hahns, worauf die Glocke ſteht, hat kleine Löcher, die mit einer Lederſcheibe r bedeckt werden, welche in der Mitte durch eine Schraube angedrückt wird, damit ſich die Peripherie unter dem Drucke der durch den Pumpenkolben eingetriebenen Luft heben kann. Dieſe Luft wird bei jeder Anſaugung des Kolbens durch eine kleine Röhre s (Fig. 8), die an dem Saugrohr M angebracht und mit einem Hahn verſehen iſt, den man ſchließt, wenn man wahrnimmt, daß die Quantität der eingetriebenen Luft hinreichend iſt, in den Pumpenſtiefel getrieben.

Da durch die Pumpe beim Drücken mit der Luft natürlicherweiſe auch Waſſer unter die Glocke o geführt werden kann, ſo iſt an der letztern zur Wahrnehmung desſelben ein Waſſerniveau $o^3$ angebracht, das mit einem innern Hahn zur Reinigung des Apparats verſehen iſt; bei jedem Rade ſind zwei Pumpen, eine an jeder Seite, welche damit verſehen ſind; die Röhre t (Fig. 6 und 7), welche darüber hinausgeht, iſt mit einer horizontalen Sammelröhre verbunden (für jede Pumpenreihe eine einzige), welche die gedrückte Luft durch die Röhre t' in alle Apparate im Innern der Behälter V oder V' führt, wo ſie einen Druck von 16 bis 17 Atmoſphären, alſo einen etwas größeren als der des Waſſers in der allgemeinen Leitung annimmt.

Dieſe Hauptleitung ſteht mit den Luftbehältern in unmittelbarer Verbindung durch die Röhren X uns X', welche unter dem Gewölbe durchgehen und ſich mit einer kurzen Röhre verbinden, die an jedem der kleinen blechernen Zwiſchenbehälter v und v' angebracht ſind, worin die Röhren U und U' ausmünden. Dieſe Behälter nehmen die direct von den Pumpen geſchickte Luft auf und die Folge davon iſt, daß die ſteigende Säule davon befreit wird und vollkommen ruhig bleibt.

In den Fundamentmauern des in den Fluß gebauten Gebäudes ſind zwiſchen den $4^m50$ breiten Galerien zur Aufnahme der Waſſerräder und ihrer Schützvorrichtungen, ſo wie auch an den beiden Giebelſeiten acht Kanäle M' (Fig. 3, 4 und 6) für den Zufluß des Waſſers angebracht, welches nothwendig iſt zur Speiſung aller Pumpen, die unmittelbar darüberſtehen und für deren Saugpumpen M rechtwinklige Oeffnungen in dem Gewölbe angebracht ſind.

Dieſe durch das ganze Gebäude laufenden Kanäle würden eine die Kraft bedeutend ſchwächende Waſſermenge entweichen laſſen, wenn ſie nicht unterhalb durch eine ſenk-

Digitized by Google

rechte Schütze m' geschlossen würden; oberhalb bemerkt man eine ähnliche Schütze m und vor derselben ein Gitter $m^2$, damit keine Kräuter oder andere Körper in den Kanal schwimmen können. Die Reinigung dieser Kanäle ist übrigens sehr leicht, denn man braucht nur die oberen Schützen zu schließen, worauf sie sogleich geleert sein werden. Im Innern des Gebäudes ist ein sehr einfacher und leicht zu handhabender Mechanismus zur Bewegung dieser Schützen angebracht; er besteht aus einer Schraube und einer Schraubenmutter mit einem Sperrrad mit doppelter Sperrvorrichtung, die mittels eines Hebels bewegt wird. Durch dieses doppelte Gesperre mit Aufhalter in entgegengesetzter Richtung kann man die gehobene Schütze in jeder Höhe erhalten.

**Zweiter Theil. Numerische Berechnung der Leistung der Wasserräder zu Marly.** — Dimensionen und Resultate der Räder. — Jedes der drei ausgeführten Räder hat folgende Dimensionen: äußerer Durchmesser $12^m0$, Breite $4^m50$, Anzahl der Schaufeln 64.

Die Tiefe der Schaufeln in der Richtung des Halbmessers gemessen ist $3^m0$ für die Hälfte derselben, und $2^m0$ für die Zwischenschaufeln; es beträgt folglich der Durchmesser der innern Peripherie $6^m0$ und der mittlern Peripherie $8^m0$.

Nimmt man das Mittel der beiden Peripherien von $12^m0$ und $8^m0$, so erhält man als mittlern Abstand der Schaufeln:

$$\frac{10^m0 \times 3{,}1416}{64} = 0^m49.$$

Der kubische Raum zwischen zwei aufeinander folgenden Schaufeln ist demnach:

$$4^m50 \times 0^m49 \times 2 = 4{,}41 \text{ Kubikmeter.}$$

Bei einer Geschwindigkeit von nur 2 Umgängen pro Minute, was

$$\frac{12 \times 3{,}1416 \times 2}{60} = 1^m26 \text{ pro } 1''$$

correspondirt, kann also das Rad, wenn man die Schaufeln halb voll annimmt, verbrauchen:

$$\frac{1^m26}{0{,}49} \times \frac{4{,}41}{2} = 5{,}670 \text{ Kubikmeter,}$$

und mit einer Geschwindigkeit von drei Umgängen die Hälfte mehr oder 8500 Liter pro Secunde. Es ist freilich wahr, daß unter diesen Verhältnissen die Leistung wenig vortheilhaft ist, und es wäre daher vorzuziehen, nur auf den dritten oder selbst auf den vierten Theil des körperlichen Inhaltes zu rechnen, so daß die Volumen für zwei Umgänge 3800 und 2800 Liter, und für drei Umgänge 5600 und 4300 Liter pro Secunde betrügen.

Das Gefälle schwankt zwischen $1^m0$ und $3^m0$; bei Hochwasser vermindert es sich manchmal auf weniger als $1^m0$, und im Sommer erhebt es sich bei niedrigem Wasserstande auf $3^m15$ bis $3^m20$. Im Allgemeinen nimmt man an, daß den größten Theil des Jahres hindurch das mittlere Gefälle $2^m50$ beträgt.

Das Volum des Aufschlagwassers selbst ist sehr veränderlich; es erreicht die Hälfte der Wassermenge des Flusses, d. h. das ganze Wasser, das durch den Arm von Bougival fließt. Nun beträgt das Totalvolum manchmal 100 bis 120 Kubikmeter pro Secunde, was sich aber in der trocknen Jahreszeit bis auf 45 oder 50 Meter vermindert; indessen kann man beim niedrigsten Wasserstande auf einen Durchschnitt von 80 Kubikmetern rechnen.

Nimmt man also an, daß jedes der drei bestehenden Räder 6 Kubikmeter im Maximum verbrauchen kann, so bemerkt man, daß man in gewöhnlicher Zeit noch nicht die Hälfte der disponiblen Wasserkraft benutzt.

Die Achse der Räder ist so gestellt worden, daß diese beim niedrigsten Wasserstande, der durch die Erhöhung des Wehres von Andresy bestimmt wurde, nur $0^m20$ im Wasser gehen; dieser niedrigste Wasserstand selbst erhebt sich $0^m70$ über denjenigen, welcher im Anfange für die Construction des stromaufwärts stehenden Pegels festgestellt wurde. Die obere Kante des großen Wehres liegt $3^m45$ über diesem ersten niedrigsten Wasserstande, und die Folge davon ist, daß wenn das untere Niveau mit dem höhern niedrigsten Wasserstande correspondirt, die Höhe des Gefälles $3^m45 - 0^m70 = 2^m75$ beträgt; da man aber nur in sehr seltenen Fällen bloß die Hälfte der disponiblen Wassermenge verbraucht, so kann die Stärke der über das Wehr strömenden Schicht 30 bis 40 Centimeter betragen und es kann sich daher das Gefälle auf höchstens $3^m15$ erheben.

Aus der Einrichtung des Gerinnes und der Schützen hat man gesehen, daß das Wasser nicht durch Ueberfall benutzt wird; um ein hinreichendes Volum abschlagen zu können, hätte man den Rädern eine sehr große Breite geben müssen. Der obere Theil des das Gerinne begrenzenden Kropfes liegt $1^m80$ über der untern horizontalen Tangente der Peripherie des Rades, und es wird folglich die geneigte Schütze, welche das Oberwasser abschließen soll, so verlängert, daß das höchste Niveau überschritten wird; sie kann übrigens so weit gehoben werden, daß eine Oeffnung von mehr als $0^m50$ stattfindet.

Digitized by Google

Bei einem der ersten Versuche, die man im Anfange des Betriebes der Wasserkunst machte, fand man, daß die Höhe des Gefälles $3^m15$ betrug, daß die Schütze $0^m16$ gehoben wurde, und daß der Druck auf das Centrum der Oeffnung $1^m27$ stark war.

Es war folglich die mittlere Geschwindigkeit des Wassers beim Ausströmen aus dieser Oeffnung, um auf die Schaufel zu fallen:

$V = \sqrt{2\,g\,H} = \sqrt{19{,}62 \times 1{,}27} = 4^m95$ pro Secunde,

und da das Rad damals $2^1/_2$ Umgänge pro Minute machte, was einer Peripheriegeschwindigkeit von

$12^m3{,}1416 \times 2{,}5 = 1^m57$ pro Secunde

correspondirt, so sieht man, daß das Verhältniß zwischen dieser Geschwindigkeit und der des Wassers nicht ganz $^1/_3$ betrug.

Das pro Oeffnung verbrauchte Wasser war nach der Formel

$$D = l \times H \times V \times m \quad (1),$$

wenn man die Neigung der Schütze und die Contraction auf bloß drei Seiten der Oeffnung berücksichtigt, wodurch der Coefficient $m = 0{,}92$ wird, folglich

$D = 4^m50 \times 1^m27 \times 4{,}95 \times 0{,}92 = 2{,}602$

Kubikmeter oder 2602 Kilogramm, und für die drei Räder = 7800 Liter pro Secunde, d. h. kaum $^1/_4$ des disponiblen Totalvolums.

Bei der Geschwindigkeit von $1^m57$ pro Secunde ist der räumliche Inhalt der Schaufeln

$$\frac{1^m57}{0^m49} \times 4^m41 = 14{,}112 \text{ Kubikmeter},$$

so daß das Verhältniß zwischen dieser Wassermenge und diesem Kubikinhalt ist

$$2{,}602 \text{ zu } 14{,}112 = 0{,}184,$$

oder weniger als der fünfte Theil.

Man hätte daher ohne Schwierigkeit jedem Rade ein größeres Wasservolum geben können, um so mehr als die Schütze das Oeffnen des Einlasses bis zu $0^m50$ gestattet; auch hat der Autor des Projects solche Einrichtungen getroffen, daß erforderlichenfalls eine bedeutendere Arbeit veranlaßt werden kann.

Im Moment des erwähnten Versuches, welcher im Sommer stattfand, betrug das Gefälle $3^m15$ und man sieht daher, daß sich die rohe Kraft des Wassers auf ein einziges Rad auf

$$\frac{2602 \times 3{,}15}{75} = 109 \text{ Pferde von 15 Kilogrammeter}$$

herausstellt.

Dimensionen und Resultate der Pumpen. — Die vier von jedem Wasserrade in Bewegung gesetzten horizontalen Pumpen wurden nach folgenden Verhältnissen construirt:

| | |
|---|---|
| Durchmesser des Kolbens . . . . | $0^m38$ |
| Halbmesser der Kurbel . . . . . | $0^m80$ |
| Kolbenlauf . . . . . | $1^m60$ |

Wenn das Rad $2^1/_2$ Umgänge pro Minute macht, so ist die mittlere Geschwindigkeit des Kolbens

$$\frac{1^m60 \times 2{,}5 \times 2}{60} = 0^m133 \text{ pro Secunde.}$$

| | |
|---|---|
| Oberfläche des Kolbens . . . . | 0,1134 Quadratm. |
| Bei jedem Kolbenhub ein Wasservolum von . . . . . | 0,1814 Kubikmeter |
| Oder für die vier Pumpen . . . | 0,7257 „ |
| Und pro Minute . . . . . | 1,814 „ |

Man sieht also, daß das von den vier Pumpen in 24 Stunden gehobene Wasser in runden Zahlen 2612 Kubikmeter beträgt, so daß das theoretische Product der von den jetzigen drei Rädern in Bewegung gesetzten vier Pumpen

$$3 \times 2612 = 7836 \text{ Kubikmeter}$$

täglich beträgt.

Herr Dufrayer bestimmte auf eine für die Praxis ausreichend genaue Art das Volum des gehobenen Wassers, indem er mit Schwimmern in dem regelmäßigen Theil des Kanals die Geschwindigkeit an der Oberfläche mit $0^m37$ pro Secunde ermittelte, was bei der Annahme des Ponceletschen Coefficienten von 0,77 eine mittlere Geschwindigkeit von

$$0{,}37, \times 0{,}77 = 0^m285 \text{ pro Secunde}$$

ergibt.

Da die benetzte Fläche des innern Theils des Aquäducts 0,2816 beträgt, so findet man, daß das gefundene Product 0,080256 Kubikmeter pro Secunde ist, oder

in 24 Stunden = 6940 Kubikmeter.

Vergleicht man also dieses Resultat mit dem von den Pumpen in derselben Zeit gehobenen Volum, so erhält man das Verhältniß:

$$\frac{6940}{7836} = 0{,}886.$$

Das Ergebniß der Pumpen an gehobenem Wasser ist also beinahe $^9/_{10}$ des theoretischen Volums.

Man erinnert sich, daß die senkrechte Höhe von der Seine bis zur Spitze des Thurmes $160^m0$ beträgt, und es ist folglich der in Pferdekräften ausgedrückte Nutzeffect gleich

Digitized by Google

$$\frac{80^k 256 \times 160}{75} = 171{,}2 \text{ Pferdekraft}$$

oder 57 für die wirkliche von jedem Rade geleiſtete Arbeit, abſtrahirt von den Kraftverluſten aller Art, und da die für ein Rad aufgewendete Kraft 109 Pferde beträgt, ſo ſieht man, daß das Verhältniß zwiſchen der Quantität gehobenen Waſſers und der Rohkraft

$$\frac{57}{109} = 0{,}522$$

oder mehr als 52 Procent iſt.

Ein ſolches Reſultat iſt offenbar ſehr merkwürdig, wenn man ſich erinnert, daß die Länge des Waſſerlaufes in den Leitungen mehr als 1300$^m$0 beträgt und daß der Druck auf die Kolben 15 Atmoſphären überſteigt; es iſt aber um ſo bemerkenswerther als der Durchmeſſer von jeder der beiden bis jetzt beibehaltenen Röhrenfahrten nur höchſtens 0$^m$20 ſtark iſt; Dimenſionen, welche offenbar zu klein ſind für die Waſſermenge, welche durchſtrömen muß. Dies iſt auch der Grund der zu großen Geſchwindigkeiten und folglich der zu bedeutenden Reibungen.

Auf dieſe Weiſe iſt man heutigen Tages in Betreff des zu hebenden Waſſervolums beſchränkt; ließe man die Räder ſchneller gehen oder würde man noch andere aufſtellen, um dieſes Volum zu erreichen, ſo wäre es vor allen Dingen erforderlich, andere anſehnlich größere Leitungen anzulegen. Indeſſen hat man ſie ſeit den erſten Verſuchen ſchneller gehen laſſen können und es hat ſich ein Ergebniß von 8000 bis 8500 Kubikmeter herausgeſtellt, was allerdings das Höchſte iſt, was man bei dem Durchmeſſer dieſer Leitungen klugerweiſe zu erwarten hat.

Variationen des Waſſerſtandes der Seine bei Marly. — Wenn ſtets der niedrigſte Waſſerſtand im Fluſſe ſtattfände, ſo könnten die Räder fortwährend drei Umgänge pro Minute machen, ſo daß ſie jeden Tag 8000 Kubikmeter heben würden, und es wäre von dieſer Zahl nur diejenige für die durch die Reparatur der Maſchinen veranlaßten Stillſtände abzuziehen. Dieſe Annahme wird ſich aber niemals verwirklichen, denn der Waſſerſtand wechſelt in den Flüſſen beſtändig, und es treten Momente ein, wo man in Gefahr ſtände, daß alles zerbrochen würde, wenn man damit fortfahren wollte, dieſelbe mechaniſche Arbeit machen zu laſſen, was ſehr leicht zu begreifen iſt.

Wenn das Waſſer eines Fluſſes durch ein Wehr aufgehalten wird, ſo bleibt der Unterſchied des obern und untern Waſſerſpiegels kein conſtanter und erreicht ſein Maximum beim niedrigſten Waſſerſtande, das ſich aber nach Maßgabe als das Waſſer ſteigt, vermindert; es tritt ſelbſt ein Moment ein, der bei jedem Waſſerlauf und bei jedem Wehr ein anderer iſt, wo der Unterſchied ein beinahe unmerklicher wird; ein Umſtand, welcher in der Seine bei Bougival vorkommt, wenn das Hochwaſſer eine Höhe von 6$^m$0 bis 6$^m$50 erreicht.

Um ſich hiervon einen gehörigen Begriff zu machen, habe ich auf den Grund der von Dufrayer täglich gemachten Beobachtungen eine Tabelle aufgeſtellt, worin die Waſſerhöhen angegeben ſind, welche aufwärts und abwärts von dem Wehre von Bougival bei verſchiedenen Zuſtänden des Fluſſes beobachtet wurden.

Indeſſen darf man nicht glauben, daß man, wenn das Oberwaſſer einen gewiſſen Stand erreicht hat, im Unterwaſſer immer ein conſtantes Niveau beobachtet; es kommen in dieſer Beziehung große Veränderungen vor, welche eine Folge der nachſtehenden Urſachen ſind.

Wenn in der Seine langſam ein Hochwaſſer entſteht, ſo hat die untere Haltung Zeit ſich anzufüllen, während im Oberwaſſer das Waſſer ſteigt, und es ſind in dieſem Falle die Niveauunterſchiede keine außerordentlichen; wenn dagegen das Hochwaſſer ſehr ſchnell eintritt, ſo empfängt das Oberwaſſer in geringer Zeit einen Zufluß an Waſſer, der ſich nicht unmittelbar ins Unterwaſſer ergießt, ſo daß das letztere in dieſem Falle einen niedrigern Stand erreicht als in dem vorhergehenden Falle. Das Gefälle iſt alsdann relativ größer als im Normalzuſtande. Wenn die Anſchwellung aufhört, ſo fällt das Oberwaſſer ſchnell, was ſogar ſchneller geſchehen kann als das Fallen des Unterwaſſers, und in ſolchem Falle iſt das Gefälle geringer als beim normalen Zuſtande. Als Beiſpiel führen wir folgendes an.

Das tägliche Verzeichniß Dufrayers beſtätigt in dem Fluſſe ſeit dem 2. Februar 1860 bis zum 27. desſelben Monats ein fortgeſetztes und ziemlich langſames Fallen; auch treten die im Unterwaſſer während dieſer Periode beobachteten Waſſerſtände dem mittlern Normalſtande ſehr nahe *), wie ſich aus nachſtehenden Ziffern beurtheilen läßt.

*) Wir nennen für das Unterwaſſer „mittlern normalen Stand" den Durchſchnitt der verſchiedenen Niveaux, welche der Fluß im Laufe des Jahres gegen ein fixes Niveau des Oberwaſſers annimmt.



Digitized by Google

| Daten | Beobachtete Wasserstände im | | Mittlerer Wasserstand im Unterwasser | Unterschiede |
|---|---|---|---|---|
| | Oberwasser | Unterwasser | | |
| | Meter | Meter | Meter | Meter |
| 6 | 4,70 | 3,75 | 3,79 | 0,04 |
| 13 | 4,40 | 3,00 | 2,98 | 0,02 |
| 16 | 4,10 | 2,15 | 2,15 | 0,00 |
| 19 | 3,90 | 1,80 | 1,78 | 0,02 |
| 21 | 3,80 | 1,60 | 1,62 | 0,02 |
| 25 | 3,60 | 1,28 | 1,28 | 0,00 |

Wie man sieht, so sind diese Differenzen sehr geringe.

Am 27. fiel der Fluß im Oberwasser auf $3^m58$; am andern Tage war der Wasserstand daselbst $4^m20$ und am darauf folgenden Tage stieg er auf $4^m70$; es fand daher in zwei Tagen ein schnelles Steigen von $1^m12$ statt. Nun entspricht der Zahl $4^m70$ für das Unterwasser die Normalschicht $3^m79$; das Verzeichniß notirt aber nur $3^m60$; die untere Anschwellung hat nicht vor sich gehen können, es findet ein Deficit von einer $0^m19$ starken Schicht statt, das Gefälle ist um so viel größer geworden.

Vom 29. an setzt sich das Steigen fort, jedoch schwach und erreicht sein Maximum von $4^m88$, ein erstesmal am 2., ein zweitesmal am 8. März; in der Zwischenzeit, am 5 März, kehrt der Wasserstand zu der Zahl $4^m70$ zurück und wir haben alsdann anstatt der zum erstenmale im Unterwasser gefundenen $3^m60$ die Zahl $3^m90$, welche die Normalzahl um $0^m11$ übersteigt, was darin seinen Grund hat, daß die Anschwellung im Unterwasser diesmal die Zeit gefunden, nicht bloß bei dem Anschwellen von $4^m70$, sondern auch bei dem von $4^m88$ vorzugehen, und daß, wenn das Oberwasser wieder auf $4^m70$ gestiegen, das Fallen im Unterwasser, das dem früheren Stande von $4^m88$ entspricht, nicht Zeit fand, sich zu vollziehen; es findet ein Ueberschuß von einer $0^m11$ starken Schicht statt; das Gefälle ist um so viel geringer geworden. Nach dem 8. fällt das Wasser regelmäßig, am 10. ist der Stand $4^m80$ im Oberwasser und $4^m08$ im Unterwasser, was genau die normale Zahl ist; am 27. März finden wir $4^m50$ im Oberwasser und $3^m20$ im Unterwasser, was gegen die Normalzahl nur ein Unterschied von $0^m05$ ist; am 8. April beobachten wir $4^m40$ im Oberwasser und $2^m95$ im Unterwasser, die Differenz gegen den Normalstand ist nur $0^m07$; den 13. April ist der Stand $4^m10$ im Oberwasser und $3^m20$ im Unterwasser, folglich eine Differenz von nur $0^m05$ gegen den Normalstand; von dieser Zeit an war das Fallen des Wassers regelmäßig und langsam und man beobachtet nur unbedeutende Variationen zwischen den beobachteten Zahlen und denen, welche den mittleren normalen Zustand darstellen.

Die Richtungen und die Intensität der Luftströmungen sind ebenfalls eine Ursache in der Störung des uns beschäftigenden Gegenstandes. Wenn der Fluß einen gewissen Stand erreicht hat und in demselben beharrt, und die Luft ist ruhig, so wird man einen Niveauunterschied beobachten, der das Normalgefälle für diesen Stand bestimmt. Wenn dagegen stromabwärts Winde wehen, so wird das Wasser gegen das Wehr getrieben und staut sich auf; im Unterwasser dagegen findet ein Sinken statt, und folglich vermehrt sich das Gefälle. Wehen aber die Winde gegen den Strom, so wird das Wasser am Fuß des Wehres aufgestaut und es findet eine Verminderung des Gefälles statt.

Eine dritte Ursache der Störung entsteht dadurch, daß der Oisefluß zwischen dem Wehr von Bougival und dem ihm zunächst liegenden bei Andrésy in die Seine fällt; es ist begreiflich, daß in der Haltung zwischen Andrésy und Bougival, wenn wegen der Schifffahrt auf der Oise bedeutende Schleusungen stattfinden, oder wenn durch irgend einen localen Sturm das Wasser dieses Flusses aufgestaut wird, eine ausnahmsweise Anschwellung entsteht, die mit dem eigenen Regime der Seine nichts zu thun hat und durch welche die Gefällshöhen vermindert werden, die man unter diesen Umständen beobachtet haben würde.

Endlich ist es begreiflich, daß die größere oder mindere Lebhaftigkeit der Schifffahrt verschiedene Einflüsse auf die respectiven Wasserstände der beiden Haltungen ausübt.

Die verschiedenen hier angeführten Ursachen können in manchen Fällen zu gleicher Zeit wirken, und daher ist es auch erklärlich, wie bei ein und demselben Wasserstande der Seine oberhalb des Wehres von Bougival veränderliche Gefälle stattfinden können, welche manchmal $0^m60$ erreichen.

Wenn man also über den wahren Werth der den verschiedenen Wasserständen des Flusses correspondirenden Gefälle gehörig im Reinen sein will, so muß man die Durchschnitte berücksichtigen und dieselben nach mehrjährigen Beobachtungen ermitteln, was wir auch für die Zeit gethan haben, welche seit der Aufstellung der neuen Räder bis jetzt verflossen ist; auch haben wir nach den Dufrayerschen Verzeichnissen die folgende Tabelle aufgestellt:

Digitized by Google

| Waſſerſtände | | Durchſchnittliches Gefälle | Effective Druckhöhe auf die Schwelle der Schütze |
|---|---|---|---|
| im Oberwaſſer | im Unterwaſſer | | |
| Meter | Meter | Meter | Meter |
| 2,80 | 0,14 | 2,66 | 0,90 |
| 3,00 | 0,40 | 2,60 | 1,10 |
| 3,20 | 0,61 | 2,59 | 1,30 |
| 3,40 | 0,97 | 2,43 | 1,50 |
| 3,60 | 1,28 | 2,32 | 1,70 |
| 3,80 | 1,62 | 2,18 | 1,90 |
| 4,00 | 1,94 | 2,06 | 2,06 |
| 4,20 | 2,39 | 1,81 | 1,81 |
| 4,40 | 2,88 | 1,52 | 1,52 |
| 4,60 | 3,45 | 1,15 | 1,15 |
| 4,80 | 4,08 | 0,72 | 0,72 |
| 5,00 | 4,60 | 0,40 | 0,40 |
| 5,30 | 5,00 | 0,30 | 0,30 |
| 5,50 | 5,32 | 0,18 | 0,18 |
| 6,15 | 6,00 | 0,15 | 0,15 |

Weiter unten werden wir uns über die Columne der effectiven Druckhöhen erklären, die wir dieſer Tabelle beigefügt, nachdem wir die folgenden Details beſprochen haben.

Der Fachbaum des Ueberfallwehres von Bougival hat eine Höhe von $2^m 951$ an dem dort aufgeſtellten Pegel, und es ſcheint, daß das Niveau des Oberwaſſers nicht bis unter dieſe Zahl hinabſinken ſollte. Dies ſetzt aber voraus, daß in irgend einem Moment der Waſſerverbrauch für die Maſchine, für die Schifffahrt, für die Verluſte und Durchſickerungen am Wehre, deſſen Länge ſehr groß iſt, die Waſſermenge des Fluſſes nicht überſteigt, was jedoch nicht immer der Fall iſt, ſo daß es ſich öfter ereignet, daß das Waſſer bis $2^m 80$ hinabſinkt, wie es am 15, 16 und 17 Mai 1863 geſchah; in der kalten Jahreszeit, was mit dem niedrigſten Winterwaſſerſtande zuſammentrifft, wird das Niveau noch tiefer abfallen, wie am 4. und 5. Januar 1862, wo es nur auf $2^m 65$ ſtand. Unter dieſen Umſtänden hören die zugefrorenen Zuflüſſe der Seine auf ihr gewöhnliches Quantum zu liefern und es müſſen daher außerordentlich kleine Waſſerſtände eintreten; indeſſen ſind dies ſeltene Ausnahmen und ohne lange Dauer, haben übrigens auch für die Maſchine kein Intereſſe, welche in dieſer Zeit aufhört zu arbeiten.

Man darf es nicht unbeachtet laſſen, daß das dem Niveau von $2^m 80$ correſpondirende Gefälle von $2^m 66$ wie auch alle andern Gefälle der Tabelle Mittelwerthe ſind, von denen die Beobachtungen manchmal ſehr abweichen können. Um dieſen Werth von $2^m 66$ zu beſtimmen, haben wir nur von den Pegelzahlen des Unterwaſſers Gebrauch gemacht, die nicht unter dem Nullpunkt hinabgehen; für ſie allein iſt er anzuwenden und ſie variiren von $0^m 00$ bis $0^m 22$.

Es kommt indeſſen im Sommer häufig vor, daß das Waſſer weit unter den Nullpunkt fällt, und zwar fand dies beinahe alle Tage in den Monaten Juli, Auguſt, September und October des Jahres 1859 ſtatt; im Jahre 1860, welches ein ſehr regneriſches war, ſo wie im Jahre 1862 war dies nicht der Fall, oft aber beobachtet man es, jedoch nicht in ſolchem Maße als im Jahre 1859; immer geſchieht es vom Juni bis October und manchmal ſelbſt im Monat November. Im Jahre 1861 betrug die Anzahl der Tage, an denen der Waſſerſpiegel unter Null ſtand, 57.

Es geht hieraus hervor, daß das Gefälle am Wehre von Bougival bei weitem die in der Tabelle angegebene Grenze von $2^m 66$ überſchreiten kann.

So hatte ſich das Waſſer im Jahre 1859 in der obern Haltung vom 20. bis 24. Auguſt auf $3^m 20$ erhalten, während das Unterwaſſer bis $0^m 40$ unter den Nullpunkt des Pegels fiel, ſo daß das Gefälle $3^m 60$ betrug, das ſtärkſte, das je beobachtet wurde. Wahrſcheinlich muß man dieſen Umſtand irgend einem an dem untern Wehr von Andréſy vorgenommenen Waſſerablaß zuſchreiben. Im Jahre 1861 war das niedrigſte Niveau $0^m 25$ und das ſtärkſte Gefälle ſtieg auf $3^m 25$.

Dieſe Gefälle üben übrigens auf die Leiſtung der Maſchine keinen andern Effect aus als die von $3^m 10$ bis $3^m 20$, welche die äußerſte Grenze der Leiſtung bezeichnen. Der Grund davon iſt der, daß die tiefſten Punkte der Räder $0^m 28$ unter Null liegen, und daß folglich, ſobald das Unterwaſſer ſehr nahe den Nullpunkt erreicht hat, alles fernerweitige Sinken keinen Einfluß mehr auf die Mechanismen ausübt und deren Leiſtungen nicht beeinträchtigt.

Außer den hier angeführten ausnahmsweiſen Verhältniſſen werden die Waſſerſtandsveränderungen nach den Zahlen der obigen Tabelle regulirt, die man bis $4^m 60$ des Oberwaſſers als ſehr genau betrachten kann. Von dieſer Zahl an iſt es ſeit dem 9. Juni 1859 nur ein einzigesmal vorgekommen, daß die Waſſerſtände zwiſchen $4^m 60$ und $6^m 15$ lagen, was die Beſtimmungen in Bezug auf einen Durchſchnitt etwas ungewiß macht. Dies hat jedoch für unſern Gegenſtand kein Intereſſe, weil wir nur anſchaulich machen werden, daß die Räder bei dieſen Waſſerſtänden aufhören zu arbeiten.

*Einfluß des Steigens im Unterwaſſer auf die Arbeit der Maſchine.* — Nach den vorangehenden Auseinanderſetzungen gehen wir zur Betrachtung der Räder bei den verſchiedenen Waſſerſtänden des Fluſſes über.



Digitized by Google

Bei den Werken von Marly sind die Aufziehschützen für die Schaufeln keine Grundschützen; ihre Schwelle liegt beiläufig auf zwei Drittel des Abstandes zwischen dem Fuß des Wehres und seiner Krone, die zwei Drittel vom Fuß aus gemessen. Das durchströmende Wasser fällt zuvörderst gegen jede Schaufel, die sie vortreibt; dann wirkt dieses Wasser durch sein Gewicht so lange auf die Schaufel, bis beide auf dem tiefsten Punkt ihres Laufes angekommen sind.

Auf diese Weise äußert sich die Triebkraft, wenn das Unterwasser auf Null oder in dieser Nähe steht; in diesem Falle werden die Schaufeln stets von dem Wasser gedrückt, das sich hinter ihnen ansammelt, und sie haben daher keinen andern äußern Widerstand zu überwinden als den der Luft. Wenn aber das Wasser zu steigen beginnt, so findet dies nicht mehr statt und es wirken mehrere Ursachen gleichzeitig auf die Verminderung des hervorgebrachten Nutzeffectes; zuvörderst vermindert sich das Gefälle nach Maßgabe des Steigens des Wassers und dann macht dieses Anschwellen des Unterwassers, daß die Triebkraft auf den Apparat immer weniger durch ihr Gewicht, sondern mehr und mehr durch den Stoß wirkt, was gleichzeitig zur Verminderung des Nutzeffectes und der Beschädigung der Maschine führt.

Endlich haben auch die Schaufeln an dem benetzten Theile den Widerstand der umgebenden Flüssigkeit zu überwinden, während sie früher nur gegen den der Luft zu arbeiten hatten. Die Folge hievon in Bezug auf die erzeugten Wirkungen ist eine Reihe von Schwächungen, die man durch einen beträchtlichen Ueberschuß an Triebkraft ausgleichen muß.

Es ist uns freilich nicht unbekannt, daß diese Triebkraft in dem gegenwärtigen Falle nichts kostet, weil sie vom Flusse bestritten wird, dessen Kraft ja mit dem steigenden Wasser wächst; wären also die Maschinen von unendlicher Widerstandsfähigkeit, so würde man sich damit gar nicht beschäftigen; da diese aber ihre Grenzen hat, so darf man solche auch nicht überschreiten.

Nach dieser allgemeinen Betrachtung werden wir näher eingehend die Ursachen kennen lernen, welche in Folge der Anschwellung des Wassers dazu beitragen, den Nutzeffect der Räder zu vermindern, vorher aber ist es nothwendig, einige Worte über die letzte Columne zu sagen, welche wir der obigen Tabelle hinzugesetzt haben.

Veränderungen der Druckhöhen auf die Schwelle der Aufzugschützen. — Da die Schützschwelle nicht an den Fuß des Wehres oder auf den Nullpunkt des Pegels, sondern auf eine Höhe von 1=90 über diesen Nullpunkt gesetzt wurde, so folgt daraus, daß die Druckhöhe auf die Schwelle, so lange das Unterwasser nicht den Stand von 1=90 erreicht hat, stets geringer ist als das Gefälle. Diese Druckhöhe ist stets der Differenz gleich, welche zwischen dem Niveau des Oberwassers und der fixirten Zahl 1=90 besteht; sie ist am Anfangspunkt 0=90 und vergrößert sich mit der Anschwellung bis zu dem Moment, wo das Unterwasser die Schwelle berührt, worauf sie 2=06 wird, von nun an aber abnimmt; sie ist immer dem Unterschiede der obern und untern Wasserspiegel, d. h. dem Gefälle selbst gleich.

Berechnung des Wasserverbrauchs und der Triebkräfte bei den verschiedenen Wasserständen des Flusses. — Die Folge dieses Umstandes ist, daß das unter die Schütze bei einer constanten Oeffnung durchfließende Volum von dem Niveau 2=80 beim Oberwasser an bis zu dem von 4=0 zunimmt, worauf eine allmählige Verminderung stattfindet. Da die Kenntniß dieser Wassermengen uns für die Folge von Nutzen sein muß, so stellen wir sie in der folgenden Tabelle dar:

Die Anhaltspunkte des Problems sind:

Breite der Schütze (l) . . . . . 4=50

Contractionscoefficient mit Rücksicht auf die Neigung der Schaufel (n) . . . . . 0=75

Wir nehmen eine constante Hebung der Schütze an und denken uns die gewöhnlichste, welche ist (h) = 0=20

Die anzuwendende Formel wird sein:

$$Q = n\,l\,h\sqrt{2\,g\,H} = 0{\cdot}675\sqrt{2\,g\,H},$$

worin Q die Wassermenge, g die Gravität und H die Druckhöhe auf das Centrum der Oeffnung. Wir erhalten dann folgende Resultate.

| Oberwasser | Unterwasser | Druckhöhen auf die Mitte der Oeffnung | Wassermengen | Triebkräfte |
|---|---|---|---|---|
| Meter | Meter | | Kubikmeter | Kilogramm |
| 2,80 | 0,14 | 0,80 | 2,67 | 7102 |
| 3,00 | 0,40 | 1,00 | 2,99 | 7774 |
| 3,20 | 0,61 | 1,20 | 3,27 | 8469 |
| 3,40 | 0,97 | 1,40 | 3,44 | 8359 |
| 3,60 | 1,28 | 1,60 | 3,78 | 8770 |
| 3,80 | 1,62 | 1,80 | 4,01 | 8741 |
| 4,00 | 1,94 | 2,00 | 4,22 | 8690 |
| 4,20 | 2,39 | 1,81 | 4,01 | 7258 |
| 4,40 | 2,88 | 1,52 | 3,69 | 5609 |
| 4,60 | 3,45 | 1,15 | 3,21 | 3692 |
| 4,80 | 4,08 | 0,72 | 2,54 | 1829 |
| 5,00 | 4,60 | 0,40 | 1,89 | 756 |
| 5,30 | 5,00 | 0,30 | 1,64 | 492 |
| 5,50 | 5,32 | 0,18 | 1,27 | 229 |
| 6,15 | 6,00 | 0,15 | 1,16 | 174 |

Digitized by Google

Die „Triebkräfte“ genannte Columne stellt das Product des in Kilogr. ausgedrückten Wassergewichts mit der Gefällshöhe dar.

Man sieht, daß von dem Stande 2m80 an bis zu dem Hochwasser 4m20 das Maß der Triebkraft keine großen Veränderungen erleidet, so daß der Nutzeffect, wenn bei steigendem Wasser die Widerstände nicht größer würden und anderseits die Functionen der Maschine sich nicht änderten, stets zwischen sehr engen Grenzen verbleiben würde. Theilt man die Ziffern der letzten Columne durch die Höhe des gehobenen Wassers, welche 160m0 beträgt, so erhält man die Anzahl von Kilogrammen des pro Secunde auf die Höhe des Aquäducts gehobenen Wassers. Man findet also für die Grenzen von 2m80 und 4m0 einen Durchschnitt von 53 Kilogr. oder 159 für die drei Räder, was pro 24 Stunden 13740m0 ausmacht.

Dieses Resultat stimmt auch so genau als möglich mit den Erfahrungsresultaten von Dufrayer überein. Dieser geschickte Ingenieur hat in der That ermittelt, daß wenn die Schütze bei niedrigem Wasser 0m20 gehoben wird, wie wir hier angenommen haben, die Räder drei Umgänge pro Minute machen und in 24 Stunden 8000 Kubikmeter Wasser heben; der Nutzeffect ist übrigens nach Dufrayer gleich 58 Procent der Triebkraft. Um nun mit ihm übereinzustimmen muß man die oben erhaltene Zahl 13740 in dem Verhältniß von 58 Procent zu 8000 reduciren, und das Resultat ist 7969, was eine unbedeutende Differenz von 8000 ist.

Diese Discussion stützt sich auf dem, was im Anfange dieses Berichtes in Betreff der Leistungsfähigkeit der Maschine gesagt wurde, und nehmen wir gleichzeitig die Erfahrungen Dufrayers und die obigen sie bestätigenden Berechnungen zu Hülfe, so glauben wir mit Recht behaupten zu dürfen, daß bei niedrigem Wasser, wenn die Schaufeln nicht mehr als 0m50 bis 0m60 im Unterwasser haben, die Normalarbeit der Maschine für drei Umgänge pro Minute festgestellt werden kann, was einem Heben der Schütze von 0m20 correspondirt und wie wir sogleich sehen werden einen Kraftaufwand von 8000 bis 9000 Kilogrammeter erfordert.

*Begrenzung der Kräfte, welcher die Maschine ausgesetzt werden kann und welche nicht zu überschreiten die Klugheit gebietet.* — Wir sind der Meinung, daß man die Anforderungen an die Maschine auf die alsdann hervorgebrachte Leistung beschränken muß und daß die Anstrengungen, denen sie unter diesen Umständen ausgesetzt ist, nicht überschritten werden dürfen, so daß man, da die Anstrengungen natürlicher Weise durch die Widerstände zunehmen, welche durch das Steigen im Unterwasser entstehen, auf dem Wege der Compensation die des Nutzeffectes vermindern, d. h. die Zahl von drei Umgängen, welche die Räder pro Minute machen, reduciren und sie nach und nach den Umständen angemessen auf $2\frac{1}{2}$ hinabgehen lassen sollte, wie wir alsbald sehen werden.

*Veränderungen in den Verrichtungen der Maschine nach Maßgabe der steigenden Wasserstände und numerische Berechnung der Reduction ihrer Effecte.* — Es wurde bemerkt, daß die Schwelle der Aufzugschütze 1m90 über dem Fuß des Gefälles liegt; dies ist die Höhe, von der das Wasser von seinem Eintritt in die Schaufeln bis zum untern Theil des Rades hinabfällt, und welche Höhe in dem gegenwärtigen Falle gleich ist zwei Dritteln des Gefälles.

Der Nutzeffect der Maschinen von der Art, welche uns beschäftigt, variirt mit dieser Höhe und vergrößert sich mit ihr.

Die in dieser Beziehung gemachte Erfahrung ergab die folgenden vergleichenden Resultate:

| | |
|---|---|
| Für das ganze Gefälle bei Benutzung des Wassers durch Ueberfall ist der Nutzeffect | 1,00 |
| Bei $\frac{3}{4}$ wird man haben | 0,73 |
| „ $\frac{2}{3}$ „ „ | 0,63 |
| „ $\frac{1}{2}$ „ „ | 0,60 |
| „ $\frac{1}{4}$ „ „ | 0,56 |
| „ gar keinem Gefälle | 0,48 |

Bei der Maschine von Marly beträgt die in Rede stehende Höhe bei niedrigem Wasser $\frac{2}{3}$ des Gefälles, und wenn der Fluß im Unterwasser bis zur Höhe von 1m90 steigt, so ist diese Höhe Null; die Nutzeffecte werden daher in beiden Fällen in dem Verhältniß von 63 zu 48 stehen, und wenn man indessen will, daß die Leistung in dem zweiten Falle so groß sein soll als in dem ersten, so muß man die Triebkraft im umgekehrten Verhältniß dieser beiden Zahlen vermehren, so daß sie, da sie der Einheit am Anfange gleich ist, am Ende den Werth 1m31 annehmen muß. Wiederholt man ähnliche Berechnungen für die verschiedenen Höhen, die das Wasser in der untern Haltung von Null bis 1m90 erreichen kann, so müßte man beziehungsweise die folgenden Triebkräfte verbrauchen:

Digitized by Google

| | | |
|---|---|---|
| Für den Wasserstand | 0,00 . . . | 1,00 |
| „ „ „ | 0,50 . . . | 1,03 |
| „ „ „ | 1,00 . . . | 1,09 |
| „ „ „ | 1,50 . . . | 1,20 |
| „ „ „ | 1,90 . . . | 1,31. |

Wenn das Wasser den Stand von 1m90 überschreitet, so ist die Schützöffnung ersäuft, und es wirkt in diesem Falle das Aufschlagwasser auf die Schaufeln nicht mehr durch sein Gewicht, sondern im Moment seines Ausflusses trifft es mit der umgebenden Flüssigkeit des Unterwassers gleichzeitig mit den Schaufeln zusammen und ein beträchtlicher Theil seiner Kraft wird durch den Widerstand dieses Wassers vernichtet; es findet daher eine Verminderung der Triebkraft statt, die uns sehr beträchtlich zu sein scheint, die wir aber aus Mangel an besondern Versuchen nicht genau bestimmen können, und wir müssen daher die folgenden Hypothesen aufstellen, die uns aber sehr annehmbar erscheinen.

Wenn man in der vorstehenden Tabelle bemerkt, daß man für einen ¼ bis Null betragenden Fall, welcher einem Niveauunterschied von 0m70 für das Unterwasser correspondirt, eine Verminderung von 0,08 des gefundenen Nutzeffectes erhält, so nehmen wir an, daß sich dasselbe Verhältniß zu erhalten sucht, nach Maßgabe als die Wasserspiegel steigen; es ist zu bemerken, daß diese Annahme für die Höhe von 6m0 zu einer Verminderung des Nutzeffectes von der Art führen würde, daß dieser Effect nur durch den Bruch 0m02 gemessen werden könnte. Nun ist der Effect in diesem Falle Null, weil nur noch ein Gefälle und eine Druckhöhe von gar keiner Bedeutung vorhanden sind. Hieraus folgt offenbar, daß die Hypothese, auf die wir uns stützen, auf eine Reihe von Resultaten führt, deren Grenzen gewiß sind und deren Mittelzahlen folglich der Wahrheit sehr nahe liegen müssen. Wir vervollständigen daher die vorstehende Tabelle in folgender Art.

| Wasserstände im Unterwasser | Reduction des Nutzeffectes auf | Correspondirende Vergrößerung der Triebkraft |
|---|---|---|
| | Kraft | |
| 2,50 | 0,41 | 1,51 |
| 3,00 | 0,35 | 1,80 |
| 3,50 | 0,30 | 2,10 |
| 4,00 | 0,24 | 2,62 |
| 4,50 | 0,18 | 3,50 |
| 5,00 | 0,13 | 1,85 |

Wir bleiben bei dem Wasserstande von 5m0 stehen, weil es durch das Nachstehende hinlänglich bewiesen ist, daß die Räder selbst vor dem Eintritt dieses Niveaus aufhören müssen zu arbeiten.

Dies sind die Modificationen, welche die Triebkraft erleiden muß, um nach Maßgabe als das Wasser allmählig steigt, ein und denselben Effect hervorzubringen. Sie ergeben sich daraus, daß in der Wirklichkeit, während diese Anschwellung vor sich geht, obschon das Rad dasselbe bleibt, die Wirkungsweise des Aufschlagwassers auf dieses Rad verändert wird; man geht nach und nach von einem System zum andern über und benutzt immer weniger die Kraft, welche von ein und demselben durch die Schützöffnung fließenden Wasservolum hervorgebracht wird.

*Numerische Berechnung des Widerstandes, den die Verdrängung der Flüssigkeit des Unterwassers der Bewegung der Schaufeln und der Räder entgegensetzt.* — Es gibt aber noch eine andere Art des Widerstandes, welcher für seinen Theil dazu beiträgt, die hervorgebrachten Effecte zu vermindern; er entsteht dadurch, daß die immer mehr von dem Unterwasser ersäuften Schaufeln sich in demselben nicht bewegen können, ohne ihm ihre eigene Geschwindigkeit mitzutheilen, und daher die Ursache eines neuen Verlustes an Triebkraft in Bezug auf den gewonnenen Nutzeffect.

Wir werden es durch ein Beispiel darthun, wie man bei der Berechnung dieses Widerstandes verfahren muß. Wenn das Unterwasser den Stand von 0m50 hat, so finden wir, daß das dem eingetauchten Theil des Rades correspondirende Flüssigkeitsvolum gleich ist 3,50 Kubikmeter oder 3500 Kilogramm. Der unter Wasser gehende Theil der Schaufeln hat eine mittlere Geschwindigkeit von 1m77, was einer Höhe des Gefälles von 0m16 entspricht; multipliciren wir also 3500 Kilogr. mit dieser Höhe, so finden wir, daß dieser Widerstand 560 Kilogrammeter Triebkraft repräsentirt. Wiederholt man ähnliche Berechnungen für das Steigen des Wassers von 0m50 zu 0m50, so erhält man die Tabelle auf folgender Seite.

Es ist hierbei vorausgesetzt worden, daß der beständige Gang der Maschine 3 Umgänge pro Minute beträgt, was einer Geschwindigkeit an der äußern Peripherie von 0m88 pro Secunde entspricht.

Was die mittlern Geschwindigkeiten des untergetauchten Theils betrifft, so vermindern sie sich fortwährend nach Maßgabe des Steigens der Flüssigkeit bis zu dem Moment, wo die letztere dem obern Theil der Schaufeln gleich steht; von diesem Niveau an bleibt die mittlere Geschwindigkeit der eingetauchten Fläche der Schaufeln offenbar constant.

Digitized by Google

| Stand im Unterwasser | Volum, das der Eintauchung der Schaufeln correspondirt | Mittlere Geschwindigkeit des unter Wasser gehenden Theils d. Schaufeln | Höhe des Gefälles, welche dieser Geschwindigkeit correspondirt | Triebkraft, welche den Widerstand darstellt |
|---|---|---|---|---|
| Meter | | | | Kilogrmtr. |
| 0,00 | " | 1,88 | 0,18 | " |
| 0,50 | 3,50 | 1,77 | 0,16 | 560 |
| 1,00 | 16,32 | 1,73 | 0,15 | 2448 |
| 1,50 | 34,20 | 1,65 | 0,14 | 4788 |
| 2,00 | 53,94 | 1,59 | 0,13 | 7012 |
| 2,50 | 75,80 | 1,50 | 0,115 | 8694 |
| 3,00 | 97,20 | 1,50 | 0,115 | 11178 |
| 3,50 | 121,95 | 1,50 | 0,115 | 14024 |
| 4,00 | 148,80 | 1,50 | 0,115 | 17112 |
| 4,50 | 174,80 | 1,50 | 0,115 | 20102 |
| 5,00 | 201,40 | 1,50 | 0.115 | 23216 |

Wir haben bei diesen Berechnungen vorausgesetzt, daß das Wasservolum, das dem unter Wasser gehenden Theil der Räder correspondirt, das einzige ist, das von den letztern gestoßen wird. Es ist aber augenscheinlich, daß dieses Volum einen Theil jenes Stoßes entweder dem an der Seite befindlichen oder dem ihm folgenden mittheilen wird, und daß dadurch rings um das Rad eine Aufschwellung entsteht, welche die Widerstände vermehrt. Man muß daher die Zahlen in der letzten Columne der vorstehenden Tabelle als Minimum betrachten; da wir aber auf der andern Seite keine Rücksicht auf die natürliche Geschwindigkeit des Unterwassers genommen haben, so stellt sich eine Art von Compensation dar, welche uns diese Zahlen als hinreichend genau zu betrachten gestattet.

*Numerische Bestimmung der von der Maschine geleisteten Nutzeffecte je nach dem Stande des Wassers, unter der Bedingung, daß die auf sie wirkenden Kräfte niemals um ein Merkliches die Grenze von 9000 Kilogrammetern übersteigen.* — Wir sind nun in den Stand gesetzt das totale Maß der Kräfte zu berechnen, welchen die Räder ausgesetzt sein müßten, damit sie unter allen Umständen denselben Nutzeffect hervorbringen; wenn wir also diese Kräfte nicht eine gewisse Grenze übersteigen lassen wollen, so werden wir die Mittel haben, nach der Wichtigkeit der Verminderung, die wir ihnen auferlegen werden, die correspondirende Reduction des Nutzeffectes zu ermitteln.

Diese Kraftgrenze beträgt nach den vorstehenden Entwicklungen im Durchschnitt 8500 Kilogrammeter, und wir nehmen an, daß sie 9000 Kilogrammeter niemals wesentlich übersteigen wird. Wir werden nun zeigen wie man bei diesen Berechnungen vorgehen muß.

Nehmen wir an, daß es sich darum handle, den Nutzeffect eines Rades bei dem Wasserstande von 1m5 zu bestimmen, ohne die höchste Kraft von 9000 Kilogrammeter zu übersteigen.

Wenn das Wasser auf Null steht, so ist die Maschine so constituirt, daß sie bei einer Triebkraft von 9066 Kilogrammeter 3,20 Umgänge pro Minute macht; wir haben uns aber durch die vorstehende Darstellung überzeugt, daß die Triebkraft bei einem Niveau von 1m50 nicht denselben Nutzeffect gewähren kann als wenn man sie mit 1,20 vervielfältigt, und es muß dann ihr Werth sein

| | Klgrmmm. |
|---|---|
| | 10879 |

Auf der andern Seite gebraucht man in demselben Moment, um den Widerstand zu überwinden, den das Unterwasser der mit einer Geschwindigkeit von 3,20 Umgängen laufenden Maschine entgegensetzt, ein Supplement der Triebkraft von . . . . . 5458

Summa 16337.

Unter den gegenwärtigen Verhältnissen sind also 16337 Kilogrammeter erforderlich, damit die Räder ihren Gang mit einer Geschwindigkeit von 3,20 Umgängen pro Minute fortsetzen. Da man aber will, daß die Triebkraft 9000 Kilogrammeter nicht übersteige, so folgt daraus, daß man den obigen Werth auf 7337 Kilogrammeter oder 45 Procent verringern muß. Es folgt daraus, daß die Räder anstatt 3,20 nur 1,76 Umgänge pro Minute machen müßten.

Diese erste Folgerung erfordert indessen eine Verbesserung, weil, wenn es wahr ist, daß für die eigentliche Arbeit der Maschine eine Verminderung von 45 Procent in der Geschwindigkeit des Rades auch eine genau so große Abnahme der Triebkraft darstellt, es nicht eben so mit dem Widerstande des Unterwassers ist, das nicht wie die Geschwindigkeiten, sondern wie die ihnen correspondirenden Höhen, d. h. wie ihre Quadrate variirt.

Nimmt man Rücksicht auf diesen Umstand, so findet man leicht, ohne daß es nothwendig wäre hier die betreffenden arithmetischen Details zu entfalten, daß die mit der höchsten Kraft von 9000 Kilogrammetern arbeitenden Räder bei einem Stand von 1m50 im Unterwasser 2 Umgänge pro Minute machen werden.

Wir haben diese Berechnungen auf die verschiedenen Wasserhöhen zwischen 0 und 5m0 in Abständen von 50 zu

Digitized by Google

50 Centimeter angewendet, woraus wir die folgenden Reſultate gewonnen haben.

| Höhen des Unterwaſſers | Triebkraft f. ein Rad, wenn die Räder nicht im Waſſer gehen | Vergrößer.-Coëff. in Betreff der Eintauchung der Räder | Triebkraft für ein Rad je nach dem Zuſtande der Räder | Zahl der Umgänge der Räder pro Minute | Triebkraft, welcher dieſe Zahl von Umgängen correſpond. | Triebkraft i. Ueberwindung des Widerſtandes d. Unterwaſſ. | Ganze Triebkraft |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Meter | | | Klgrm. | Umg. | Klgrm. | Klgrm. | Klgrm. |
| 0,00 | | 1,00 | 2833 | 3,20 | 9066 | „ | 9066 |
| 0,50 | | 1,03 | 2918 | 2,90 | 8462 | 560 | 9022 |
| 1,00 | | 1,09 | 3088 | 2,40 | 7720 | 1583 | 8994 |
| 1,50 | | 1,20 | 3400 | 2,00 | 6800 | 2120 | 8920 |
| 2,00 | | 1,31 | 3711 | 1,80 | 6680 | 2384 | 9064 |
| 2,50 | Klgrm. | 1,51 | 4278 | 1,60 | 6845 | 2170 | 9015 |
| 3,00 | 2833 | 1,80 | 5099 | 1,35 | 6884 | 2146 | 9030 |
| 3,50 | | 2,10 | 5949 | 1,15 | 6841 | 2086 | 8927 |
| 4,00 | | 2,62 | 7394 | 0,98 | 7246 | 1813 | 9064 |
| 4,50 | | 3,50 | 9916 | 0,77 | 7624 | 1313 | 8937 |
| 5,00 | | 4,85 | 13740 | 0,60 | 8244 | 824 | 9068 |

Man erſieht hieraus, daß es ſelbſt bei einem Hochwaſſerſtande von $5^m0$ im Unterwaſſer noch möglich iſt, die Räder arbeiten zu laſſen; gleichwohl iſt dieſer Gang langſam und reducirt ſich auf bloß $\frac{1}{4}$ deſſen, was ſie bei niedrigem Waſſerſtande leiſten können. Uebrigens darf dieſes Reſultat nur als ein theoretiſches betrachtet werden, und zwar aus folgendem Grunde. Nach der Tabelle auf Seite 156 iſt die bei dem Hub der Schütze von $0^m20$ gewonnene Triebkraft, wenn das Waſſer im Unterwaſſer eine Höhe von $5^m0$ hat, nur 756 Kilogrammeter; wollte man alſo die nothwendigen 9068 erreichen, ſo müßte die Schütze wenigſtens zwölfmal mehr, alſo $2^m40$ gehoben werden; da aber die getroffenen Anordnungen von einer ſolchen Oeffnung weit entfernt ſind, ſo ſieht man, daß die oben als möglich bezeichnete Arbeit in der Praxis nicht erreichbar iſt. Nur bei dem hohen Stande von $4^m50$ könnte die vollſtändige Oeffnung der Schütze ſtreng genommen die erforderliche Triebkraft liefern; außerdem aber, daß in dieſem Moment die hervorgebrachte Wirkung gering iſt (bloß $\frac{1}{4}$ derjenigen beim niedrigſten Waſſerſtande), müßte man, um ſie zu erreichen, jedem Rade ein Volum von $9^m0$ pro Secunde verſchaffen, das mit einer Geſchwindigkeit von $5^m11$ flöſſe, wodurch unvermeidlich Stöße in der die Räder badenden Waſſermaſſe entſtehen müßten, welche die Einförmigkeit der Arbeit in jedem Augenblick vernichten und die Maſchinen beſchädigen würden. Unter dieſen Umſtänden iſt es beſſer, ſich nicht damit zu befaſſen als eines geringen Reſultates wegen ſich beinahe unvermeidlichen Beſchädigungen auszuſetzen. Auch iſt Dufrayer mit mir gänzlich übereinſtimmend der Anſicht, daß es zweckmäßig ſei die Arbeit einzuſtellen, wenn das Waſſer eine Höhe von $4^m0$ erreicht und den Rädern nur noch eine Geſchwindigkeit von weniger als einen Umgang mittheilen kann.

Faſſen wir die Angaben der obigen Tabelle zuſammen, ſo ſehen wir, daß die Arbeit der Maſchine je nach dem Waſſerſtande folgendermaßen beſtimmt werden kann:

| | Umgänge |
|---|---|
| Von dem niedrigſten Waſſerſtande bis $1^m0$ | 2,80 |
| „ $1^m0$ bis $2^m0$ . . . . . | 2,10 |
| „ $2^m0$ „ $3^m0$ . . . . . | 1,57 |
| „ $3^m0$ „ $4^m0$ . . . . . | 1,16 |

Oder in runden und ſehr annähernden Zahlen:

| | |
|---|---|
| Von dem niedrigſten Waſſerſtande bis $1^m0$ | 3,00 |
| „ $1^m0$ bis $2^m0$ . . . . . | 2,00 |
| „ $2^m0$ „ $3^m0$ . . . . . | 1,50 |
| „ $3^m0$ „ $4^m0$ . . . . . | 1,00 |

Wir haben es erklärt, warum man über $4^m0$ hinaus die Arbeit lieber einſtellt.

Statiſtik der jährlichen Stillſtände und der Anzahl der Tage, an denen die Höhen im Unterwaſſer zwiſchen dem niedrigſten Stande und $1^m0$ bis $2^m0$, zwiſchen $2^m0$ und $3^m0$, zwiſchen $3^m0$ und $4^m0$, ſtehen — Wenn nun auf ſolche Art dieſe Beſtimmungen hergeſtellt ſind, ſo ſind wir im Stande die jährliche Leiſtung der Maſchine zu berechnen. Zu dieſen Ende iſt es nöthig zu wiſſen, an wie vielen Tagen im Jahre die Waſſerſtände unter $1^m0$, an wie vielen Tagen im Jahre die Waſſerſtände nach und nach zwiſchen $1^m0$ und $2^m0$, zwiſchen $2^m0$ und $3^m0$, zwiſchen $3^m0$ und $4^m0$ bleiben; endlich wie viel Tage es gibt, wo wegen Feiertage, Eisſtand, Hochwaſſer nicht gearbeitet worden iſt.

Aus den von Dufrayer geſammelten Beobachtungen kann man ſchließen, daß während der vier Jahre vom 1. Juni 1859 bis zum 31. Mai 1863 folgende Stillſtände ſtattfanden:

| | |
|---|---|
| Wegen Hochwaſſer . . . | 107 Tage. |
| „ Eis . . . | 38 „ |
| „ Feiertage . . . | 49 „ |
| | 194 Tage. |

Durchſchnitt der vier Jahre 49. —

Aus den Waſſerſtandsbeobachtungen für dieſelbe Zeit hat ſich die Anzahl der Tage ergeben, an welchen das Waſſer die verſchiedenen oben angegebenen Niveaux einnahm und aus dieſer mühſamen Arbeit habe ich abgeleitet,

Digitized by Google

daß in Bezug auf den Gang der Maschine das durchschnittliche Jahr folgendermaßen zusammengesetzt ist:

| | Tage |
|---|---|
| Niveaux d. Wassers zw. dem niedrig. Wasser u. 1m0 | 196 |
| „ „ „ „ 1m0 und 2m0 . . . . | 71 |
| „ „ „ „ 2m0 „ 3m0 . . . . | 29 |
| „ „ „ „ 3m0 „ 4m0 . . . . | 20 |
| Stillstände . . . . . | 49 |
| Summa | 365. |

Bestimmung der jährlichen Arbeit der Maschine. — Verbindet man diese Bemerkungen mit denen der Anzahl der Umgänge in den verschiedenen Epochen, so ergibt sich die folgende Zusammenstellung:

| | | | Tage |
|---|---|---|---|
| 196 | Tage à 3 | Umgänge geben . . | 588 |
| 71 | „ à 2 | „ „ . . . | 142 |
| 29 | „ à 1½ | „ „ . . | 44 |
| 20 | „ à 1 | „ „ . . | 20 |
| 49 | „ Stillstände | | |
| 365 | . . . . . | | 794 |

Die durchschnittliche Anzahl der Umgänge pro jeden Tag des Jahres beträgt also $\frac{794}{365} = 2{,}17$. Da nun die Leistung der drei Räder für einen Umgang 2700 Kubikmeter ist, so folgt, daß das mittlere jährliche Erträgniß der drei jetzigen Räder von Marly auf $2700 \times 2{,}17 = 5859$ Kubikmeter pro 24 Stunden für jeden Tag des Jahres angenommen werden muß.

Verminderung durch die Stillstände während der Reparatur der Maschinen. — Aus den von Dufrayer gesammelten Notizen geht hervor, daß seit der Aufstellung der neuen Räder keine Reparaturen vorgekommen sind, welche das ganze System behindert hätten; nur ein einziges Rad wurde bei den vorgekommenen Ausbesserungen angehalten; eine Thatsache, welche als ein günstiges Zeugniß für den gehörigen Widerstand der steigenden Leitungen betrachtet werden kann. Was die besondern Reparaturen an einem einzigen Rade betrifft, so waren die Stillstände folgende:

| | | | | | Tage. |
|---|---|---|---|---|---|
| In den 12 Monaten von | | | 1861 . . | . | 22 |
| „ „ 12 | „ | „ | 1862 . . | „ | „ |
| „ „ 4 | „ | „ | 1863 . . | . | 89 „ |
| Summa 28 | | | | | 111 „ |

Es fand also im Jahre im Durchschnitt ein Stillstand von 4 Tagen pro Monat oder von 48 Tagen pro Jahr statt, welche Zahl aber auf ⅓ oder 16 Tage für die drei Räder zusammen reducirt werden muß und es vermindert sich daher die obige Zahl um $\frac{16}{365} = 0{,}044$ ihres Werthes, was 258 Kubikmetern entspricht.

Definitive Leistung der drei Räder pro Tag und pro Jahr im Durchschnitt. — Wir können daher schließlich folgern, daß bei Rücksichtnahme auf alle Ursachen der Verminderung und des Stillstandes im Gange der Maschine ihre durchschnittliche Leistung pro 24 Stunden auf 5601 Kubikmeter oder in runder Zahl auf 5600 festzusetzen ist, was einem Betrage von 2044000 Kubikmeter pro Jahr entspricht.

Bestimmung der äußersten Grenzen für die durchschnittliche jährliche Leistung. — Es ist beinahe unnütz die Bemerkung zu machen, daß diese Zahl, da sie eine durchschnittliche ist, in gewissen Jahren bedeutend überschritten und in andern Jahren nicht erreicht werden kann; es ist daher nicht ohne Interesse eine Idee von den Differenzen zu erhalten, die in dieser Beziehung vorkommen können. Die Vergleichung der Jahre 1860 und 1862 liefert uns in dieser Beziehung nützliche Nachweisungen.

Im Jahre 1860 fand Dufrayer 66 Tage des Stillstandes, verursacht durch Hochwasser . . . 66 Tage
durch Eis . . . . . 16 „
„ Feiertage . . . . . 12 „
Im Ganzen 94 Tage.

Ferner geht aus meinen Entlehnungen hervor, daß das Jahr in Betreff der Wasserstände des Flusses nachstehendermaßen zusammengesetzt ist:

| | | | | | Tage |
|---|---|---|---|---|---|
| Niveaux zwischen niedrigstem Wasserstande u. | | | 1m0 | | 119 |
| „ „ | 1m0 | und | 2m0 | . . . . | 76 „ |
| „ „ | 2m0 | „ | 3m0 | . . . | 50 „ |
| „ „ | 3m0 | „ | 4m0 | . . . | 27 „ |
| Stillstände | . . . . . | | | | 94 „ |
| Summa | | | | | 366 Tage |

Hieraus folgt für die erzielte Arbeit:

| | | | | Tage |
|---|---|---|---|---|
| 119 | Tage à 3 | Umgänge | geben . . | 357 |
| 76 | „ à 2 | „ | „ . . | 152 „ |
| 50 | „ à 1½ | „ | „ . . | 73 „ |
| 27 | „ à 1 | „ | „ . | 27 „ |
| 94 | „ Stillstand | . . . . | | — „ |
| Summa 366 | | | | 611 Tage |

Die mittlere Zahl der Umgänge pro jeden Tag des Jahres ist also $\frac{611}{366} = 1{,}67$, was einem durchschnittlichen täglichen Erträgniß von 4509 Kubikmetern correspondirt.



Digitized by Google

Im Jahre 1862 fanden keine andern Stillstände statt als die von 9 Tagen des Eisstandes und von 12 Feiertagen, zusammen 21 Tage, und nach den Entlehnungen ergaben sich für dieses Jahr die folgenden Resultate:

| | | | Tage |
|---|---|---|---|
| Niveaux zwischen niedrigstem Wasserstand und 1m0, | | | |
| | 272 Tage à 3 | Umgänge geben | 816 |
| detto 1m0 u. 2m0 | 59 Tage à 2 | „ „ | 118 |
| detto 2m0 u. 3m0 | 8 Tage à 1½ | „ „ | 12 |
| detto 3m0 u. 4m0 | 5 Tage à 1 | „ „ | 5 |
| Stillstände | 21 Tage | | „ |
| Summe | 365. | | 951 |

Die Durchschnittsziffer der Umgänge für jeden Tag des Jahres war demnach $\frac{951}{365} = 2{,}62$, was einem durchschnittlichen täglichen Erträgniß von 7074 Kubikmetern entspricht.

Es besteht also von einem Jahre zum andern eine Differenz von 2565 Kubikmetern pro Tag und eine Abweichung von der Durchschnittszahl von 1100 Kubikmetern weniger als im Jahre 1860 und beiläufig 1500 mehr als im Jahre 1862.

*Großer Nutzen der Vergrößerung der Reservoirs der beiden Thore.* — Aus diesen Zahlen ersieht man, wie zweckmäßig die Maßregel war, den Reservoirs der beiden Thore die möglich größte Ausdehnung zu geben. Mit Hülfe der Räumlichkeiten, welche im Laufe des Jahres 1863 in den Stand gesetzt wurden, das von der Maschine gehobene Wasser aufzunehmen, erreicht die Wasserkunst von Marly alljährlich, wenn auch nicht immer genau den Durchschnitt, doch nähert sie sich demselben bedeutend.

Nach den Erhebungen Dufrayers war das Erträgniß von Marly im Durchschnitt:

1861 = 3100 Kubikmeter pro Tag
1862 = 4960 „ „
1863 = 3480 „ „

Weiter oben haben wir die specielle Berechnung des Jahres 1862 gemacht und gefunden, daß mit Rücksicht auf die verschiedenen Wasserstände des Flusses während dieses Jahres das Erträgniß pro 24 Stunden hätte 7074 Kubikmeter sein müssen; in der That hat man aber nur 4960 Kubikmeter erhalten. Woher entsteht also diese Differenz? Wenn man das Journal und die Register Dufrayers zu Rathe zieht, so läßt sich diese Frage leicht beantworten. In denselben findet man manchmal die Erwähnung, daß bei Anfüllung des Reservoirs der beiden Thore die Arbeit gänzlich aufhört oder nach und nach auf die von zwei und einem halben Rade reducirt wird. Forscht man in dem Journale und in den Verzeichnissen weiter nach und reducirt die Zeit der partiellen Verminderungen von einem Rade oder von zwei Rädern auf die drei Rädern correspondirende Zeit, so erhält man die nachstehenden Resultate, für jeden Monat, die Anzahl der vollständigen Stillstandstage, die in Folge der Anfüllung der Reservoirs entstanden:

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | Uebertrag | 51 |
| Januar | 7 | Juli | 12 |
| Februar | 14 | August | 5 |
| März | 7 | September | 9 |
| April | 8 | October | 10 |
| Mai | 9 | November | 6 |
| Juni | 6 | December | 11 |
| Latus | 51 | Summa | 104 |

Da diese Anzahl von Tagen 0,29 des Jahres sind, so folgt, daß die Arbeit dieses Jahres auf $^{71}/_{100}$ ihres Werthes reducirt wird.

Nun haben wir oben bemerkt, daß mit Rücksicht auf den hydraulischen Zustand der Seine im Jahre 1862 die drei Räder 7074 Kubikmeter pro Tag hätten heben können. Die effective Arbeit wäre daher gleich 7074 × 0,71 oder 5022 Kubikmeter in 24 Stunden, und in der Wirklichkeit erhebt sich diese Zahl nach den täglichen Beobachtungen Dufrayers auf 4960, die mit der erstern so genau übereinstimmt als es in solchen Fällen nur möglich ist.

Faßt man diesen Theil unserer Arbeit zusammen, so lassen sich daraus die folgenden Schlüsse ableiten:

1. Die Wasserconsumtion, welche im Anfange des Monats Januar 1861 auf 6500 Kubikmeter stieg, erhebt sich jetzt auf 8000 und vermehrt sich also in dem Verhältniß von 700 bis 800 Kubikmeter jährlich.

2. Diese Quantität wurde im Laufe der letzten drei Jahre zur Hälfte von der Wasserkunst zu Marly aus der Seine und zur Hälfte von den Teichen oder dem „weißen Wasser“ geliefert.

3. Das Maximum der Kräfte, auf das man die Maschine von Marly steigern kann, läßt sich bis auf 9000 Kilogrammeter pro Rad bestimmen.

4. Der durchschnittliche Nutzeffect der drei Räder wird mit Berücksichtigung der durch Feiertage, Hochwasser, Eisstand und Reparatur der Maschinen entstehenden Stillstände durch ein Volum von 5600 Kubikmeter Wasser dargestellt, das an jedem Tage des Jahres in die Reservoirs der beiden Thore gehoben wird.

Digitized by Google

5. In minder günſtigen Jahren vermindert ſich dieſer Nutzeffect auf 4500 Kubikmeter, kann dagegen in den beſten Jahren auf 7100 ſteigen.

6. Die Vergrößerung, die man an den Reſervoirs der beiden Thore vorgenommen, wird den dreifachen Vortheil haben, daß ſich die Triebkraft, über die man zu verfügen hat, beſſer wird benützen laſſen, als man es bisher vermochte, daß man in manchen Jahren, wo in der durchſchnittlichen Leiſtung der Räder eine Unzulänglichkeit eintreten könnte, dem Bedürfniß in ſehr reichem Maße zu Hülfe kommen kann und ſchließlich, daß eine Reſerve von Waſſer gebildet wird, welche bei einem völligen, drei aufeinander folgende Monate andauernden Stillſtande allen Bedürfniſſen Genüge leiſten wird.

## IV. Das Syſtem der Teiche und ihre Speiſung.

**Allgemeine Beſchreibung der Teiche und ihrer Zuleitungen.** — Die Teiche und die verſchiedenen ſie ſpeiſenden Kanäle nehmen das weite Plateau ein, das ſüdlich und weſtlich von Verſailles zwiſchen den Städten Rambouillet und Palaiſeau gelegen iſt. (Karte auf Blatt 732.)

Geht man von der erſten der genannten Städte aus, ſo findet man nach und nach die Haltungen de la Tour, du Perray, Saint-Hubert, du Mesnil-Saint-Denis, Trappes oder Saint-Quentin, welche ein erſtes Syſtem bilden, das ſein Waſſer in die Reſervoirs Gobert in Verſailles ſendet. Ein zweites von den Teichen von Trou-Salé und Saclay gebildetes und nach dem erſtern hergeſtelltes Syſtem ergießt ebenfalls ſein Waſſer in die Reſervoirs von Gobert, jedoch in einem unter dem des Ausfluſſes von Trappes gelegenen Niveau.

Der Teich de la Tour wird beinahe ausſchließlich von dem Graben von Saint-Benoit geſpeiſt, der ſich direct in ſein Becken ergießt; ſein Abzugkanal nimmt in ſeinem Laufe ſowohl auf der rechten wie auf der linken Seite das Waſſer von einigen auf dem Plane angegebenen Nebenkanälen, ſowie von dem bedeutenderen des Bois des Vaux auf.

Die Teiche von Saint-Hubert und Holland, die größten von allen nach dem von Trappes und der ſehr nahe dabei gelegene Teich von Perray liegen beinahe genau in ein und demſelben Niveau; ſie ſtehen durch einen „de Superficie“ genannten Graben in Verbindung und können als ein und dieſelbe Haltung bildend betrachtet werden; auch werden ſie durch ein ſehr entwickeltes auf der Karte hinreichend bezeichnetes Grabenſyſtem geſpeiſt; die Richtung der Pfeile bezeichnet die Richtung der Strömungen und gibt zugleich einen Begriff von dem Relief des Terrains. An dem offenen Graben der Teiche von Perray und Saint-Hubert bemerkt man zwei in entgegengeſetzter Richtung laufende Pfeile, um anzudeuten, daß in dieſem Kanal ein doppeltes Leitungsſyſtem ſtattfinden kann.

Der Teich du Mesnil-Saint-Denis empfängt ſein Waſſer direct, das ihm durch den Graben Maurepas zugeführt wird.

Was den Teich von Trappes betrifft, ſo iſt es weniger das Waſſer von ſeinen eigenen Abhängen, durch das er geſpeiſt wird, als das, welches ihm von den obern Teichen zufließt, wie wir ſogleich ſehen werden.

Der allgemeine Abzugs- und Reinigungskanal der Gewäſſer, die in den genannten Teichen aufgenommen werden, beginnt an dem Teiche de la Tour (A in der Karte), wo er zuerſt den Namen Aquäduct und Graben von Viels-Egliſes führt, den er ſpäter bei der Annäherung an dieſe Haltung und bis zum Teiche St.-Hubert mit dem Namen du Perray vertauſcht. Hinter dieſem letztern Teiche heißt er anfänglich Aquäduct de l'Arêtoir, dann des Eſſarts, und endlich Graben des großen Flußbettes, welche letztere Benennung daher kommt, daß man ſich in der Zeit ſeiner Anlage damit beſchäftigte mittels ſeiner die Eure nach Verſailles zu leiten. Nachdem der Kanal unterirdiſch bis la Verrière gelangt, umgeht er den Teich du Mesnil-Saint-Denis, deſſen Gewäſſer er aufnimmt; er nimmt nun den Namen Graben von Villedieu und de la Boiſſière an und mündet endlich in den Teich von Trappes (E), welcher der größte Recipient aller obern Gewäſſer iſt. In geringer Entfernung von dieſer Mündung findet man eine Abzweigung, welche Graben des kleinen Flußbettes genannt wird, den Teich von Trappes an der Nordſeite umſchließt und ehemals die Beſtimmung hatte, die Teiche von Bois-d'Arcy und Bois-Robert (I und J) zu ſpeiſen; dieſe Teiche ſind aber jetzt ausgetrocknet und es hat dieſer Graben keinen andern Zweck mehr als bei Hochwaſſer einen Abzugskanal zu bilden.

Auf dieſem langen Laufe nimmt der Kanal außer dem ſich in ihn ergießenden Teichwaſſer noch mehrere andere wichtige Waſſerläufe, wie den Graben de la Taſſe, den von Hautes-Bruyères und den von Etancourt auf.

Alle obern auf dieſe Art im Teiche von Trappes vereinigten Gewäſſer werden vom Ausfluſſe dieſes Teiches an mittels eines kleinen, zum Theil unterirdiſchen, zum Theil offenen Kanals, welcher die am Anfange der Haupt- und Nebenthäler der Bièvre gelegenen Hügel umſchließt, nach



Digitized by Google

Versailles geleitet, wo sie in die Reservoirs Gobert (R. G.) münden, welche am Ende der Avenue von Sceaux angelegt sind.

Was nun die Teiche von Saclay (GH) und Trou-Salé (F) betrifft, so ist das System der Speisekanäle hier mehr entwickelt als sonst überall; es nimmt einen Raum von nicht weniger als 4 Kilometer mittlerer Breite und 20 Kilometer Länge ein. Diese Gräben, deren Lage und Gefälle auf der Karte hinlänglich angegeben sind, münden entweder direct in den Teich von Saclay oder in den Centralkanal Guyencourt, welcher Trappes mit Saclay verbindet und in welchem die Wasser von der ersten dieser Haltungen zur zweiten übergehen, wenn sie einen gewissen Stand erreicht haben.

Um beim Abfluß von Saclay nach Versailles zu gelangen, wird das Wasser zuvörderst durch den Aquäduct von Saclay bis zum Fuß der Haltung des Trou-Salé, dann aber mittels des Aquäducts des Loges bis zum Thal der Bièvre geführt, wo es über die Arcaden von Buc läuft und dann direct in das Reservoir Gobert gelangt. Da aber der Wasserspiegel des Teiches von Saclay viel niedriger liegt als der des Teiches von Trappes, so folgt, daß das Wasser von Saclay nicht wie das von Trappes ohne Unterschied nach allen Theilen der Stadt Versailles geleitet werden kann; nur in die am niedrigsten gelegenen Viertel kann es geführt werden. Sein Nutzen ist daher sehr beschränkt, doch werden wir in der Folge sehen, daß es, von einem andern Gesichtspunkt aus betrachtet und namentlich in Betreff der Verstärkung des Wassers der Bièvre und der Reinlichkeit dieses Flusses von großem Nutzen ist.

Wir vervollständigen diese allgemeine Beschreibung durch die Darstellung der verschiedenen Niveaux der hauptsächlichsten Theile des Wassersystems von Versailles. (Vergl. Blatt 732 in der obern linken Ecke.)

Betrachtung der Verhältnisse, unter denen das Regime der Teiche steht. — Wenn eine Wasservertheilung von Teichen aus gespeist wird, so genügt es zur Würdigung ihrer Wichtigkeit nicht, die Räumlichkeit dieser Teiche kennen zu lernen. Um über diesen Punkt ins Klare zu kommen, ist es nothwendig, den Flächenraum des Terrains kennen zu lernen, von dem das Regen- oder Quellwasser entweder auf natürlichem Wege oder mittels künstlicher Kanäle zu den Teichen geleitet werden kann; außerdem muß man die jährliche Regenmenge ermitteln, welche auf dieses Terrain fällt; man muß sich von der Einsickerung des Wassers in den Boden und von der jährlichen Verdunstung des Wassers in den Teichen überzeugen.

Inhalt der Teiche. — Die in den Teichen enthaltene Wassermenge, wenn sie ganz, d. h. bis zum Wasserspiegel der Abzugskanäle gefüllt sind, beträgt 7971727 Kubikmeter, welche in folgender Art vertheilt ist:

| Inhalt der Haltungen | Flächenräume | | | Kub. Inhalt |
|---|---|---|---|---|
| | Hect. | Are | Cent. | Kubikmeter |
| La Tour | 29 | 49 | 10 | 420858,04 |
| Le Perray | 18 | 73 | 00 | 593683,51 |
| Saint-Hubert und Holland | 203 | 79 | 00 | 2261569,94 |
| Mesnil-Saint-Denis | 44 | 64 | 00 | 227832,35 |
| Trappes oder St. Quentin | 216 | 39 | 40 | 2969796,00 |
| Trou-Salé | 66 | 47 | 87 | 457270,00 |
| Vieux-Saclay | 52 | 25 | 33 | 603055,00 |
| Saclay-Neuf | 53 | 25 | 30 | 438162,00 |
| Summa | 685 | 02 | 90 | 7971727,00 |

Die Operationen zur Ermittlung dieser Resultate sind vor beiläufig 30 Jahren gemacht worden; es war also natürlich die Frage aufzustellen, ob seit jener Zeit die Ablagerungen von Schlamm und die Entwicklung der Vegetation an obigen Zahlen in Betreff des kubischen Inhaltes nichts vermindert habe.

Wenn eine solche Verminderung wirklich stattgefunden, so mußte sie sich nach unserer Ueberzeugung hauptsächlich an dem Teiche von St.-Hubert (C) und in viel höherm Grade bemerkbar machen als z. B. an dem Teiche von Trappes (E), denn dieser letztere nimmt das Wasser erst auf, wenn es von den obern Teichen du Perray (B), de la Tour (A), Saint-Hubert (C), du Mesnil-St.-Denis (D) abgeflossen ist; in diesen Teichen also müssen die stärksten Ablagerungen stattfinden und außerdem klärt sich das in den Teichen bereits gereinigte Wasser nach seinem Abflusse aus denselben auf seinem langen Laufe in dem Kanal, der es nach Trappes führt.

Das Wasser kommt also an seinem Bestimmungsorte beinahe von allen erdigen Bestandtheilen befreit an.

Wenn also Verschlämmungen stattgefunden haben, so muß dies hauptsächlich und in größtem Maße am Anfangspunkte, am Teiche von St. Hubert der Fall gewesen sein. Man schritt daher zur Messung der Tiefe von St.-Hubert am 13., 14., 15., 17., 18., 21., 22. und 23. April des Jahres 1863.

Der Teich von St. Hubert ist durch Erddämme in sechs Theile getheilt, die folgende Benennungen, Längen und Räumlichkeiten haben:

Digitized by Google

| | Länge | Räumlichkeit |
|---|---|---|
| Erster Teich von Holland | 650 | 381345,50 |
| Zweiter „ | 610 | 323796,70 |
| Teich von Bourgneuf | 1010 | 212920,10 |
| „ Corbet | 677 | 131845,45 |
| „ Pourras | 1060 | 412889,46 |
| „ Pont-Royal | 1104 | 811858,80 |
| Summa | 5111 M., | 2274656,01 Kubikm. |

Zu dieser Summe muß füglich noch das Volum des Centralkanals hinzugefügt werden, welcher alle Theile miteinander verbindet.

Er hat eine mittlere Breite von 6m0, eine Tiefe von 2m50 und eine Länge von 5111 Meter und folglich ist seine Capacität gleich . . . 76665 Kubikm.

Auf der andern Seite aber sind die Verhältnisse, unter denen dieser Kanal angelegt wurde, von der Art, daß er den ersten Teich von Holland nicht vollständig leeren kann; es verbleibt immer in diesem Becken ungefähr ein Drittel seines Wassers oder . . 127115

Folglich findet eine Differenz statt von . . . . . 50450

welche von dem obigen Volum von . 2274656 abgezogen werden muß, so daß man für die Nutzcapacität des Teiches von St. Hubert die Zahl von . . . . . 2224206 Kubikmetern erhält.

Nun haben die vor 30 Jahren gemachten Operationen ein Resultat von 2261570 ergeben, so daß sich die Capacität um 37364 Kubikmeter vermindert hat; eine sehr gering zu nennende Quantität, die im Durchschnitt übereinstimmt mit einer Verschlämmung von 1245 Kubikmeter pro Jahr.

Da die Kosten sehr gering sind, die man zur Herausschaffung von 1245 Kubikmetern pro Jahr zu bestreiten hat, so ersieht man, daß man immer Herr der Situation sein und den Folgen der Verschlämmung ausweichen kann. Es wird daher auch bei den folgenden Berechnungen keine Rücksicht auf diesen Umstand genommen.

Flächeninhalt der Abhänge. — Dieser Flächeninhalt ist von jeher mit 15000 Hectaren angenommen worden, welche Zahl sich in den Berichten der frühern Commissionen stets wiederholt.

Gewisse Vergleichungen, die wir zwischen der Regenmenge einerseits und den von den Teichen aufgenommenen Massen anderseits vorgenommen haben, sprachen nicht günstig für die Genauigkeit dieser Zahl; wir fanden, daß die jährlich aufgenommene Wassermenge für einen so großen Flächenraum sehr gering ist, und wir sahen uns deßhalb zu einer Revision veranlaßt, zu welchem Zweck wir uns der Karten bedienten, die im Archiv des Wasserleitungsdienstes aufbewahrt werden und auf deren Genauigkeit man rechnen kann. Das Resultat dieser Arbeit war die Beseitigung unserer Zweifel und die Bestätigung der Genauigkeit der Zahl von 15000 Hectaren, welche man den abhängenden Flächen beigemessen.

Dieser Flächenraum nun vertheilt sich auf folgende Weise:

| | | |
|---|---|---|
| Teich de la Tour, abhängende Flächen . . | | 600 Hect. |
| Teiche von Perray und Saint-Hubert . . . | | 3400 |
| Teiche von Trappes: | | |
| 1. zwischen la Tour und le Perray | 800 | |
| 2. zwischen le Perray und Trappes | 2900 | |
| | = | 3700 |
| Teiche von Bois-d'Arcy und Bois-Robert | | 1200 |
| Teiche von Saclay, Neuf und Vieux . . . | | 6000 |
| Summa | | 14900 |

Uebertriebene Tendenzen der Ingenieure in Betreff der Wasserversorgung durch Regenwasser. — Eine der Ermittlungen, bei denen die Ingenieure den unangenehmsten Täuschungen ausgesetzt sind, ist diejenige, welche den Zweck hat, die Wassermenge zu bestimmen, welche durch Regen auf eine gewisse Fläche fällt und zur Wasserversorgung benutzt werden kann. Es haben in dieser Beziehung von jeher große Irrthümer stattgefunden, welche hauptsächlich dadurch entstanden sind, daß man der Absorption des Regens in den Boden nicht Wichtigkeit genug beigelegt hat; man hatte es vernachläßigt auf dieses Phänomen Rücksicht zu nehmen und gab sich damit zufrieden die Verdunstung in Betracht zu ziehen.

Wir haben in mehreren Schriften diesen Irrthum zu bekämpfen gesucht, welcher bei öffentlichen Anlagen, besonders in Bezug auf die Speisung der Kanäle mit Vertheilungspunkt und auf die Versorgung der Städte mit Wasser zu den unangenehmsten Folgen führen kann. Wir schätzen uns glücklich die Bemerkung zu machen, daß sich die Begriffe über diesen Gegenstand seitdem auch bedeutend geändert haben; wenn wir aber in unserer jetzigen Zeit die merkwürdigen Thatsachen kennen gelernt haben, welche das Regime der Teiche von Versailles betreffen, so mußte eine entschiedene Meinungsveränderung in uns hervorgerufen werden, wie wir alsbald sehen werden.

Digitized by Google

Im Allgemeinen haben die in diesen Angelegenheiten arbeitenden Ingenieure angenommen, daß die Regenmengen, die über die Oberfläche fließen und gesammelt werden können, die Hälfte oder $^1/_2$, selten weniger als $^1/_3$ der jährlichen Regenschicht betragen.

Um diese Annahme zu rechtfertigen, stützten sie sich auf die Thatsache, daß die jährlichen Wassermengen der Flüsse von denselben Bruchtheilen der in das Gebiet dieser Flüsse fallenden jährlichen Regenschicht dargestellt werden. In dem gegenwärtigen Falle z. B. würden sie gesagt haben: da die Seine unter den Brücken von Paris $^1/_4$ desjenigen Wassers abführt, das durch den Regen in ihr oberes Becken gefallen ist, so müsse man annehmen, daß in unseren Gegenden $^3/_4$ des Wassers von der Oberfläche verschwinden und daß folglich $^1/_4$ aufgefangen werden könnte.

Dies ist eine unbestreitbare Thatsache in Bezug auf die Thalweglinie des Beckens; sollte das aber für alle Altituden derselbe Fall sein? Diese Frage kann man ohne Furcht vor Täuschungen negativ beantworten.

Es ist in der That begreiflich, daß, je tiefer die Punkte liegen, wo das Wasser zusammenströmt, auch mehr Wahrscheinlichkeit vorhanden ist, auf dem Wege der Quellen einen Theil jenes Wassers wiederzufinden, das von den obern Terrains absorbirt wurde, und daher kommt es denn, daß das Spiel der Absorption, das bisher beinahe ganz unbekannt war, eine unbestreitbare Wichtigkeit erhält.

Es geht hieraus hervor, daß auf den Hochebenen alles in den Boden einsickernde Wasser für die Wasserwirthschaft unwiderruflich verloren ist, während dies bei den Thälern nicht allein nicht stattfindet, sondern im Gegentheil obere Wasserbehälter existiren, die zur Vermehrung des Volums der Thalquellen mächtig beitragen.

Ermittlung der jährlich aus den Teichen erfolgenden Speisung. — Indem wir diese Betrachtungen benutzten und uns auf einige Angaben der Erfahrung stützten, die wir in einigen Schriften bekannt gemacht haben, wurden wir darauf geführt, den Theil der Regenschicht, welcher fähig ist, zur Speisung der Teiche beizutragen, zu berechnen:

| | Meter |
|---|---|
| Die ganze jährliche Regenschicht ist . . . . . | 0,500 |
| Das Verhältniß des bis mindestens $1^m0$ Tiefe unter der Erdfläche eingesickerten Wassers variirt je nach den Terraincompositionen von 21 bis 45 Procent. Nehmen wir die stärkste dieser | |
| Fürtrag | 0,500 |
| Uebertrag | 0,500 |
| Zahlen an, um jeden Irrthum zu vermeiden, so haben wir einen ersten Abzug von | 0,235 |
| Da die Anzahl der Regentage in der Gegend von Paris im Durchschnitt 148 und die Verdunstung an der Oberfläche des Bodens 1 Millimeter für jeden Regentag beträgt, so haben wir ferner abzuziehen . . . . . | 0,145 |
| Endlich kann die der Erde entzogene und der Atmosphäre für die Bedürfnisse der Vegetation zurückgegebene Quantität berechnet werden mit . . . . | 0,055 |
| Summa = | 0,438 |

so daß für den Abfluß auf der Oberfläche verbleibt . . . . . 0,062.

Man dürfte geneigt sein, diese Anzahl sehr gering zu finden, was bei uns selbst der Fall ist; man wird indessen sehen, daß sie sehr stark ist, und es ist dies auch der Grund, der uns dahin führte, einen Moment an die Genauigkeit der Zahl von 15000 Hectaren zu glauben, welche Ausdehnung die abhängenden Flächen einnehmen; da aber in dieser letzten Beziehung kein Zweifel mehr obwaltet, so ist man nothwendig gezwungen, sich an die Meinung zu halten, daß die Höhe der oben bestimmten speisenden Schicht übertrieben ist.

Wenn man in der That diese Höhe mit der Anzahl der Quadratmeter der 15000 Heclaren Abhänge multiplicirt, so findet man 9300000 Kubikmeter Speisewasser, so daß der Raum der Teiche, welcher 7971726 Kubikmeter beträgt, jedes Jahr reichlich angefüllt werden könnte. Nun erreicht aber diese Anfüllung nicht bloß nicht den normalen Zustand, sondern es ist sehr selten, daß sie über 6000000 hinausgeht. Man muß also annehmen, daß die Regenschicht, welche die jährliche Speisung der Teiche bildet, nur eine Höhe von 3 bis 4 Centimetern, d. h. beiläufig $^1/_{10}$ der Totalhöhe hat.

Wir sind also, wie man sieht, weit von den sehr übertriebenen Bruchtheilen entfernt, welche man bis in die letzteren Zeiten angenommen hat, und es entspricht dies auch ganz den zahlreichen mißlungenen Erfolgen in Bezug auf die Anordnungen behufs der Speisung von beinahe allen unsern Kanälen.

Wenn wir von der Verdunstung absehen, so können wir jetzt nach einer Erfahrung von mehr als 15 Jahren die Lehre annehmen, daß die durchschnittliche Menge des Wassers, das die Teiche jährlich sammeln können, kaum 4300000 Kubikmeter übersteigt.

Digitized by Google

Bemerkungen für den Fall, wo die Speisung bis zum Minimum herabsinkt. — Sowohl über wie unter dieser Zahl kann es sehr bedeutende Abweichungen geben, die auch in der hier entwickelten Ideenverbindung eben so leicht zu erklären sind, als sie bis zum heutigen Tage schwer zu begreifen waren. Wir führen zu diesem Behuf die folgende Stelle des Berichtes der Commission vom Jahre 1852 an:

„Es gibt Jahre, in denen der Regen sehr gering ist und kein Schnee fällt; die Teiche füllen sich dann nicht und es sind einige Winter vorgekommen, in denen nur ein Zufluß von 1300000 Kubikmetern stattfand. Man hat aber die ausnahmsweisen Umstände nicht bekannt gemacht, welche zu einem solchen Mangel in den Reservoirs führten, welche bestimmt sind, das Regenwasser von einer Ausdehnung von 15000 Hectaren aufzunehmen, auf welche in den ungünstigsten Jahren eine Wasserschicht von 30 Centimetern fällt, wovon $^1/_3$ in die Kanäle fließen und in die Reservoirs ein Volum von 1800000 Kubikmetern führen müssen."

Man bemerkt hier abermals eine Bruchzahl von der Art der oben angeführten, wodurch dasjenige gerechtfertigt wird, was wir über die überspannten Tendenzen unserer Vorfahren in Bezug der Wasserversorgung durch den Regen sagten.

Obgleich die Commission von einer so starken Ziffer Gebrauch machte, vermochte sie doch nicht mehr als 1800000 Kubikmeter zu berechnen, während wir bei Anwendung einer viel geringern Zahl mehr als 9 Millionen erhielten. Das Mißverhältniß verschwindet aber, wenn man bemerkt, daß die in der Abhandlung angegebene Ziffer in Folge eines Rechnungsfehlers nur $^1/_{10}$ derjenigen ist, die sie hätte sein sollen. In der That sind $^1/_6$ von $0^m30 = 0^m12$, welche mit den 150 Millionen Quadratmetern der 15000 Hectaren multiplicirt 18 Millionen ergeben.

Es ist sehr wahrscheinlich, daß, wenn dieser Fehler nicht vorgekommen wäre und man statt 1800000 Kubikmeter 18 Millionen erblickt hätte, besonders da es sich um die Minima handelte, die Begriffe über die Wichtigkeit des an der Oberfläche abfließenden Wassers seit jener Zeit sich geändert hätten; eine vergessene Null konnte die Geister in ihren früheren Ansichten nur bestätigen.

Berechnung der jährlichen Speisung bei Regenmengen, welche von $0^m382$ bis $0^m607$ zunehmen. — Wir kehren nun zu der Berechnung zurück, die wir bezüglich des jährlichen Regens von $0^m50$ aufgestellt, was den gewöhnlichen Zustand des Klima's von Paris repräsentirt.

Da wir zu der Ueberzeugung gekommen sind, daß diese Berechnung mit den von uns entwickelten Anhaltsquellen zu einem viel stärkeren Resultat führt, so müssen wir auf den Gedanken kommen, daß einige von diesen Anhaltspunkten auf dem Wege der Vermehrung modificirt werden müssen. Es ist hier nicht der Ort, die Motive hervorzuheben, in deren Folge wir zu dieser Modification geschritten sind; es genügt für den Augenblick zu constatiren, daß, wenn wir anstatt der Höhe von 1 Millimeter, welche wir für die an der Oberfläche des benetzten Bodens verdunstete Wasserschicht für jeden Regentag annehmen, diese Höhe um $^1/_6$ ihres Werthes vergrößern, alsdann finden werden, daß die an der Oberfläche abfließende Wassermenge anstatt $0^m062$ nur durch $0^m036$ dargestellt wird, was einer Zahl von 5400000 Kubikmetern entspricht. Diese Zahl, vermindert um die Verluste, welche durch die jährliche Verdunstung an der Oberfläche der Teiche entstehen, ergibt die Menge von 4300000 Kubikmeter „weißen Wassers", über die man nach der Erfahrung jährlich verfügen kann.

Um endlich über alle diese Gegenstände im Klaren zu sein, welche bei den uns beschäftigenden Fragen ein unbestreitbares Interesse gewähren, haben wir diese Berechnungen mit Rücksicht auf die angegebenen Correcturen auf gewisse Daten aus mehreren Jahrhunderten angewendet, bei denen die Regenmengen eine von der Höhe von $0^m32$ bis zu der von $0^m607$ zunehmende Serie bilden. Die Elemente und die Resultate unserer Berechnungen sind in der Tabelle auf Seite 168 enthalten.

Diese Resultate stimmen vollkommen mit den Beobachtungen überein; wir erfahren aus beiden, daß sich die Teiche in gewissen Jahren anfüllen können, daß der Durchschnitt der jährlichen Versorgung zwischen 4 und 5 Millionen Kubikmeter enthält. Endlich kann man daraus nicht bloß ersehen, daß diese Speisung manchmal bis 1300000 und selbst auf 1100000 fallen kann, sondern man lernt auch kennen, unter welchen atmosphärischen Verhältnissen diese ausnahmsweise Thatsache stattzufinden vermag. Erläuterungen aber, wie uns scheint müssen der Wahrheit sehr nahe kommen, wenn sie zu einer Berechnung dessen führen, was durch eine lange Erfahrung bestätigt wurde.

Erklärung der Wirkungen, welche durch heftige Stürme hervorgebracht werden. — Wenn die Ereignisse in Betreff der jährlichen Minimalleistungen Befremdung und Zweifel hervorgerufen haben, so erscheinen diejenigen, welche gewisse ausnahmsweise Abschlüsse betreffen, die aus den Teichen in verhältnißmäßig kurzer Periode stattfanden, nicht minder unerklärlich.

Digitized by Google

| Bezeichnung der Jahre<br>Anzahl der Regentage | 1814<br>122 | | 1826<br>128 | | 1831<br>135 | | 1825<br>135 | | 1809<br>140 | | 1838<br>159 | | 1816<br>167 | | 1828<br>163 | | 1836<br>177 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Meter | | Meter | | Meter | | Meter | | Meter | | Meter | | Meter | | Meter | | Meter | |
| Höhe der jährlichen Regenwaſſerſchichten | 0,172 | 0,382 | 0,184 | 0,410 | 0,199 | 0,442 | 0,211 | 0,468 | 0,221 | 0,490 | 0,231 | 0,514 | 0,246 | 0,546 | 0,264 | 0,587 | 0,273 | 0,607 |
| Für die Abſorption (45 Proc.) | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " |
| Für die Bedürfniſſe der Pflanzen, (conſtante Quantität) | 0,055 | " | 0,055 | " | 0,055 | " | 0,055 | " | 0,055 | " | 0,055 | " | 0,055 | " | 0,055 | " | 0,056 | " |
| Für die Verdunſtung an der Oberfläche des Bodens, für jeden Regentag mit 0m0012 angenommen | 0,146 | " | 0,154 | " | 0,162 | " | 0,162 | " | 0,168 | " | 0,191 | " | 0,200 | " | 0,196 | " | 0,212 | " |
| Abſtufungen | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Summa der Abzüge | 0,373 | 0,373 | " | 0,393 | " | 0,416 | " | 0,128 | " | 0,444 | " | 0,477 | " | 0,501 | " | 0,515 | " | 0,540 |
| Bleibt für den Abfluß an der Oberfläche | " | 0,009 | " | 0,017 | " | 0,026 | " | 0,040 | " | 0,046 | " | 0,037 | " | 0,045 | " | 0,072 | " | 0,067 |
| | Kubikmeter | | Kubikmeter | | Kubikmeter | | Kubikmeter | | Kubikmeter | | Kubikmeter | | Kubikmeter | | Kubikmeter | | Kubikmeter | |
| Volumen, welche dieſen Abflüſſen entſprechen | 1450000 | | 2550000 | | 3900000 | | 6000000 | | 6900000 | | 5550000 | | 6750000 | | 10800000 | | 10600000 | |
| Abzuziehen wegen der Verdunſtung an der Oberfläche der Teiche | 350000 | | 550000 | | 700000 | | 1300000 | | 1400000 | | 1250000 | | 1350000 | | 1600000 | | 1600000 | |
| Folglich beträgt das diſponible jährliche Volum | 1100000 | | 2000000 | | 3200000 | | 4700000 | | 5500000 | | 4300000 | | 5400000 | | 9200000 | | 8900000 | |

Man hat z. B. die Frage geſtellt, wie es zugeht, daß wenn der Regen ein ganzes Jahr gebraucht, um eine Speiſung von 4 bis 5 Millionen zu bewirken, was nicht ganz zwei Dritteln des kubiſchen Inhaltes der Teiche entſpricht, dieſe Räume in gewiſſen Zeiten, in einem und einem halben Tage oder in höchſtens zwei Tagen vollſtändig ausgefüllt wurden? Es läßt ſich aber dies auf den erſten Anblick ſcheinbare Außerordentliche eines ſolchen Phänomens ſehr leicht erklären.

Wenn man von der Thatſache ausgeht, daß die jährliche Regenſchichte eine Höhe von 0m50 hat und die Anzahl der Regentage 148 beträgt, ſo überzeugt man ſich, daß die durchſchnittliche Regenmenge für jeden Regentag durch eine Schicht von 0m0034 Höhe dargeſtellt wird. Es kommen aber Fälle vor, die freilich ſehr ſelten ſind, wo der Regen binnen 24 Stunden und ſelbſt in einer noch geringern Zeit zehn und zwanzigmal mehr Waſſer liefert. Am 16. October 1846 z. B. fiel in das obere Becken der Seine eine Regenſchicht von 0m0775 und am andern Tage war die Waſſermenge noch beträchtlicher und ſtieg auf 0m0880.

Was würde aber in dem Becken der Teiche geſchehen ſein, wenn dort in dieſer Zeit derſelbe Regen gefallen wäre?

Wenn man für einen Tag eine Schicht von 0m08 annimmt, ſo würde dieſe Höhe durch die Abſorption auf 0m044 reducirt worden ſein; in dem Zeitraum von einem Tage, und beſonders von einem ſo regneriſchen Tage, würde die Ausdünſtung beinahe Null geweſen ſein. Um indeſſen allen dieſen Verminderungsurſachen einen großen Antheil einzuräumen, reduciren wir die vorſtehende Zahl auf 0m04 und es folgt, daß an dieſem Tage der Abfluß an der Oberfläche 6 Millionen Kubikmeter gleich gekommen wäre. Es hätte daher genügt, daß in dieſem Moment die Teiche 1972000 Kubikmeter enthalten hätten, damit ihre Anfüllung durch die bloße Regenmenge des erſten Tages vollſtändig geweſen wäre. Und wenn ſich der Regen am andern Tage fortgeſetzt hätte, in welchem Falle die am erſten Tage ſchon befriedigte Abſorption von den am zweiten Tage ergoſſenen Maſſen beinahe nichts entführt hätte, ſo würde zu dem Zufluß des vorigen Tages ſich ein neuer von 10 bis 12 Millionen hinzugefügt haben.

Nun haben Vorgänge dieſer Art in den Teichen ſtattgefunden; wir behaupten aber nicht, daß ſie in Betreff der Ziffern und Intenſitäten die gedachte Bedeutung gehabt haben; indeſſen iſt es geſchehen, daß in weniger als 48 Stunden der Teich von Saint-Hubert angefüllt wurde, und daß

Digitized by Google

man an gewiſſen Stellen, um den nachtheiligen Folgen eines Uebertrittes des Waſſers vorzubeugen, wodurch die Deiche hätten beſchädigt werden können, Einſchnitte in den Deichen ſelbſt oder in den die Abzugsgräben einſchließenden Dämmen machen mußte.

Man erſieht alſo aus den vorſtehenden Erläuterungen, daß alles das, was bei dem plötzlichen Erſcheinen jener großen Regenmaſſen auf den erſten Anblick außerordentlich und unerklärbar erſcheint, eine unerläßliche Folge gewiſſer Naturerſcheinungen iſt, die wir uns durch die vorangegangenen Betrachtungen erklären und bemeſſen können. Mit einem Worte, wir glauben durch das Vorſtehende feſtgeſtellt zu haben, daß das Regime der Teiche, ſowohl in ſeinem normalen Zuſtande als in ſeinen Abweichungen, einfachen Regeln unterliegt, welche leicht zu begreifen ſind und deren große Genauigkeit durch die Erfahrung nachgewieſen iſt.

Bei derſelben Ausdehnung der Abhänge iſt die jährliche Speiſemenge für alle Teiche nicht conſtant; Beſtimmung der Differenzen. — Der Tradition zufolge ſoll die Speiſung der Teiche ehemals eine reichlichere geweſen ſein als jetzt; gleichwohl exiſtirt darüber kein geſchriebenes Document. Nimmt man ſie als wahr an, ſo könnte man ſie ſich durch eine größere Regenmenge nicht erklären, denn es iſt das Gegentheil erfolgt, da es früher weniger regnete als jetzt; nach den 95 Jahren von 1689 bis 1754 ergab ſich ein Durchſchnitt von $0^m456$, während derſelbe in den Jahren von 1806 bis 1841 $0^m502$ beträgt.

Man kann ſich dieſe Thatſache nur durch die in der Landwirthſchaft vorgekommenen Veränderungen und Fortſchritte erklären. Ehemals bedeckten die Wälder zum größten Theil die Ausdehnung von 15000 Hectaren, welche die Teiche ſpeiſen, und außerdem war ein Drittel der urbaren Ländereien brachliegend; Verhältniſſe, welche die abſorbirende Fähigkeit des Bodens beträchtlich verminderten und im Gegentheil das an der Oberfläche laufende Waſſervolum vermehrten. Wir halten uns bei dieſen Dingen weiter nicht auf, deren Richtigkeit, wie geſagt, durch nichts verbürgt iſt; was aber als ausgemacht betrachtet werden kann, iſt der Umſtand, daß die Anſchwellungen der Teiche von Saint-Hubert zur Zeit ſtarker Regengüſſe viel leichter vor ſich gehen als bei den Teichen von Saclay, und dennoch iſt die Oberfläche der Abhänge doppelt ſo groß als die von Saint-Hubert, während der Inhalt der erſtern bedeutender iſt als der der letztern. Bei Saclay aber iſt alles angebaut, während bei Saint-Hubert beiläufig ein Drittel des Beckens mit Holz beſtanden iſt; auch iſt noch zu bemerken, daß die Böſchungen der abhängenden Flächen bei letzterem Teiche bedeutend ſtärker ſind als bei Saclay.

Es iſt alſo eine ausgemachte Sache, daß bei einem und demſelben Regen auf den abhängenden Flächen von Saint-Hubert mehr Waſſer geſammelt wird als auf denen von Saclay, und was Saint-Quentin betrifft, ſo iſt dieſer Teich auf dieſelbe Linie zu ſtellen als Saclay, weil dieſe beiden Localitäten in Bezug auf Topographie und auf den Zuſtand des Anbaues ähnlich ſind.

In einer Sache, wo es ſich um die Möglichkeit handelt, in dem Beginne der Teiche Modificationen einzuführen, iſt es nicht ohne Intereſſe, durch Ziffern die zwiſchen ihnen beſtehenden Differenzen feſtzuſtellen, was wir hiermit verſuchen wollen.

Wir haben geſehen, daß die jährliche von den Teichen aufgenommene Regenmenge im Durchſchnitt auf 4300000 Kubikmeter feſtgeſtellt werden kann, wenn man gehörig auf die Verdunſtung Rückſicht genommen hat. Da der Flächeninhalt der Abhänge 15000 Hectaren beträgt, ſo ſieht man, daß das reine Verhältniß für jede Hectare 290 Kubikmeter feſtſtellt. Nach dem Geſagten würde dies größer ſein als der Durchſchnitt bei St. Hubert und geringer wie bei Saclay und Saint-Quentin.

Indem wir uns auf Beobachtungen ſtützen, welche wir perſönlich gemacht, wurden wir darauf geführt, der durchſchnittlichen Zahl von 290 Kubikmetern Waſſer, die von jeder Hectare geſammelt wird, die folgenden Zahlen zu ſubſtituiren:

| | |
|---|---|
| Für den Teich von Saint-Hubert . . . . | 360 |
| Für die von St.-Quentin und Saclay . . | 265 |

Dieſe Modificationen können ſich nicht auf genaue Thatſachen ſtützen, denn es fehlt in dieſer Beziehung an Erfahrung, da man keine deßfallſigen Unterſuchungen angeſtellt. Unſere auf Beſichtigung einiger Localitäten baſirte Meinung iſt die, daß die obigen Zahlen geeignet ſind, ſo annähernd als möglich die Differenzen zu beſtimmen, die an den an der Oberfläche erfolgenden Zuflüſſen von Saint-Hubert und der andern Teiche beobachtet worden ſind. Doch darf man, wir wiederholen es, hierin nichts als eine perſönliche Anſicht erblicken; die einzige Bedingung, welcher dieſe Zahlen entſprechen müſſen, iſt die, das Volum von 4300000 Kubikmetern, die durchſchnittliche Speiſung eines Jahres, zu reproduciren.



Digitized by Google

| | Kubikmeter |
|---|---|
| Nun geben die 3400 Hectaren der Abhänge des Teiches von St.-Hubert à 360 Kubikmeter . . . . . | 1224000 |
| Die 11600 Hectaren der übrigen Teiche à 265 Kubikmeter. . . . . | 3074000 |
| Summa | 4298000 |

Die Uebereinſtimmung iſt daher ſehr vollſtändig.

Wenn man alſo die Einheit des mittleren Speiſungswerthes der in ihrer Geſammtheit betrachteten Abhänge darſtellt, ſo entfällt für die des Beckens von Saint-Hubert $\frac{360}{290} = 1{,}24$ und für die der übrigen Becken $\frac{265}{290} = 0{,}91$.

## V. Folgerungen aus den vorſtehenden Unterſuchungen und ſpecielle Prüfung der Frage in Betreff der gänzlichen oder theilweiſen Beſeitigung der Teiche.

Im Vorſtehenden haben wir alles dasjenige mitgetheilt, was ſich auf die Herſtellung der großen Werke bezieht, deren Zweck es iſt, Waſſer nach Verſailles zu leiten; wir haben die Conſumtion des Waſſers in der Vergangenheit wie in der Gegenwart kennen gelernt und wie ſie ſich ſcheinbar in der nächſten Zukunft geſtalten wird; auch haben wir den Leſer in den Stand geſetzt, die Wichtigkeit der Speiſungsmittel ſowohl in Betreff der Waſſerkunſt von Marly als hinſichtlich des Syſtems der Teiche zu würdigen. Nun beſteht ein nothwendiges unvermeidliches Solidarverhältniß zwiſchen den Bedürfniſſen der Conſumtion und dem Speiſungsvermögen. Bisher ſtand dieſes letztere ſtets unter den Erforderniſſen der erſtern und es würde ſicherlich viel mehr Waſſer conſumirt worden ſein, wenn man die Mittel gehabt hätte, den Anforderungen der Privaten und der Gemeinden zu entſprechen. Man kann es daher als Grundſatz aufſtellen, daß hinſichtlich der Tendenzen der Städte und des flachen Landes die gegenwärtigen Verſorgungen mit Waſſer als ungenügend betrachtet werden müſſen, woraus hervorgeht, daß jede Vermehrung der Waſſerkraft unmittelbar benutzt werden wird.

Die vorſtehenden Unterſuchungen liefern uns für dieſe gedrängte Darſtellung eine mathematiſche Genauigkeit, welche um ſo nothwendiger iſt, als es ſich um die wichtige Frage der Beſeitigung der Teiche handelt, mit welcher die größten Intereſſen hinſichtlich der Waſſerverſorgung, der Geſundheit und der öffentlichen Wohlfahrt verbunden ſind.

Man hat den Teichen die Vorwürfe gemacht, daß ſie ungeſund ſeien, und daß ſie der Landwirthſchaft bedeutende Strecken entziehen, und beſonders hat man den erſten Einwand gegen den Teich von St.-Quentin erhoben. Es läßt ſich nicht läugnen, daß die örtliche Beſchaffenheit der Umgebung dieſes Teiches nicht von der Art iſt, die Meinung von ihrer Ungeſundheit zu ſchwächen; die Ufer ſind ſehr flach; die Breite des Terrains, das je nach dem Waſſerſtande bedeckt oder unbedeckt iſt, iſt ſehr bedeutend und es beläuft ſich der Flächenraum desſelben auf 90 Hectaren, auf dem ſich alſo die abwechſelnden Wirkungen der Feuchtigkeit und der Austrocknung bemerkbar machen und in gewiſſen Jahreszeiten Gefahren für die öffentliche Geſundheit entſtehen könnten. Glücklicherweiſe ſind die Höhen, worauf dieſer Teich liegt, nicht der brennenden Hitze des ſüdlichen Frankreichs ausgeſetzt und noch glücklicher Weiſe befindet ſich in der Nähe des Teiches nur eine ſchwache Bevölkerung; das Dorf Trappes, das nächſt gelegene (beiläufig 1000 m), zählt nur 850 Seelen; ihm zunächſt findet man den Weiler Bois-d'Arcy mit 70 Feuerſtellen und 250 Einwohnern in einer Entfernung von etwa zwei Kilometern in nördlicher Richtung; in nordöſtlicher Richtung endlich liegt 3 Kilometer entfernt das Dorf und die Anſtalt von Saint-Cyr mit einer Bevölkerung von 2300 Seelen. Mit einem Worte, die Bevölkerung in einem Umkreiſe des Teiches von 3 Kilometern überſteigt nicht die Zahl von 4000, und die Erfahrung hat bewieſen, daß ſo wenig in Trappes wie in Bois-d'Arcy typhusartige Fieber vorkommen, und daß ſich im Dorfe St. Cyr nur zwei oder drei derartige Fälle ereignet haben, welche aber noch ſehr zweifelhaft waren.

Um indeſſen allen Beſorgniſſen hinſichtlich der öffentlichen Geſundheit, die durch den genannten Teich entſtehen könnten, ein Ende zu machen, wäre es erforderlich, an den flachen Ufern desſelben Deiche mit Böſchungen zu errichten, an denen ſelbſt die bedeutendſten Waſſerſtandsveränderungen des Teiches keine für die Geſundheit nachtheiligen Wirkungen hervorzubringen vermögen und längs der Deiche wären Pflanzungen anzulegen. Auf dieſe Weiſe ließe ſich dem Vorwurfe der Ungeſundheit der Teiche begegnen.

Was nun den Einfluß der Teiche auf die landwirthſchaftlichen Intereſſen betrifft, indem denſelben beträchtliche Flächen entzogen werden, ſo läßt ſich das letztere nicht in Abrede ſtellen, denn wo man Waſſer anſammelt, kann man keinen Ackerbau treiben; indeſſen frägt es ſich, ob es für die Geſellſchaft nicht vortheilhafter wäre, an gewiſſen Stellen große Waſſerbehälter anzulegen, ſtatt das Terrain derſelben anzubauen.

Digitized by Google

Straßen, Eisenbahnen, Kanäle, öffentliche Bauwerke, Privatgebäude entziehen dem Ackerbau ebenfalls Ländereien, und dennoch würde man nicht ernstlich auf den Gedanken kommen können, diese mächtigen Elemente des öffentlichen Wohlstandes zu vernichten und den Pflug über den Boden gehen zu lassen, den sie bedecken; man würde im Gegentheil dem Landbaue die tödtlichste Wunde beibringen, wenn man ihm seiner Oekonomiegebäude, seiner Schuppen, seiner Stallungen, seiner Meiereien berauben und die Communicationsmittel zerstören wollte, auf denen er die Erzeugnisse seines Fleißes nach der Ferne hin absetzen soll. Immerhin aber ist es ganz in der Ordnung, daß man alle diejenigen Flächen, welche jetzt unnöthiger Weise vom Wasser bedeckt werden, einer nützlicheren Bestimmung, nämlich dem Landbaue zuführt; dagegen ist es nicht außer Acht zu lassen, daß die Teiche in anderer Beziehung eine unendliche Wohlthat für den letztern sind. Der Schaden für die Landwirthschaft erstreckt sich über ein Terrain von 682 Hectaren, das jetzt von den Wasserbehältern eingenommen wird, während sich die Wohlthat über ein Terrain von 15000 Hectaren abhängiger Flächen ausdehnt, von denen jetzt die Teiche gespeist werden.

Es ist unbestreitbar und wird auch nicht bestritten, daß das gegenwärtige System der „weißen Wasser" auf die Ländereien des großen von ihm eingenommenen Plateaus den glücklichsten Einfluß hinsichtlich der Verbesserung und der Drainage des Bodens ausübt, welcher nach der Bemerkung einer früheren Commission in feuchten Jahreszeiten bis zur Oberfläche mit Wasser geschwängert bleibt. Es scheint keinem Zweifel unterlegen zu sein, daß wenn das jetzige Grabensystem in einem seiner Theile vernachlässiget würde, alle diejenigen Ländereien, von denen bei ihrer topographischen Lage das Wasser nach jenem Theile fließt, sehr bald in ihrer Vegetationskraft abnehmen würden und die unmittelbare Folge davon wäre ein beträchtlicher Verlust der öffentlichen Wohlfahrt von einer viel größeren Wichtigkeit als der Gewinn ist, den man aus einigen mit Wasser bedeckten Hectaren Land ziehen könnte.

*Nutzen des „Systems" der weißen Wasser in der Vergangenheit, in der Gegenwart und in der Zukunft.* — Wir haben gesehen, daß das tägliche Erträgniß von Marly pro Durchschnittsjahr und bei drei Rädern 5600 Kubikmeter beträgt; wir haben aber auch gleichzeitig gefunden, daß dieses Erträgniß in manchen Jahren viel geringer ist und daß z. B. im Jahre 1862 im Durchschnitt pro 24 Stunden nur 4500 Kubikmeter erreicht wurden. Man ersieht also, daß es in jener Zeit, wenn man sich nicht falschen Berechnungen aussetzen wollte, nicht statthaft gewesen wäre, den Durchschnitt als Grundlage der Vertheilung des Wassers von Marly anzunehmen und daß man, um im Bereiche der Möglichkeit zu verbleiben, sich sehr wesentlich an das geringste Erträgniß halten müßte.

Mit Rücksicht auf die Räumlichkeit der Reservoirs der beiden Thore im Jahre 1860 fand ich, daß man das Minimum nur um 300 Kubikmeter hätte überschreiten und für Marly nur eine tägliche Vertheilung von 4800 Kubikmetern zulassen müssen. Da überdies im Jahre 1860 die Wasserconsumtion 6500 Kubikmeter betrug, so ersieht man, daß die Teiche nur bis zu einem Betrage von 1700 Kubikmetern hätten zu Hülfe genommen werden können.

Da die Consumtion im Jahre 1863 die Zahl von 8000 Kubikmetern erreichte und die Reservoirs noch nicht vergrößert waren, so hätte das von den Teichen zu liefernde Quantum mindestens 3200 Kubikmeter betragen müssen. Im Jahre 1864 aber können die Reservoirs, deren Inhalt, wie wir berichtet haben, auf 389500 Kubikmeter gestiegen ist, 337 Tage, wo die Räder die geringste Leistung ausüben, und 68 aufeinanderfolgende Stillstände ausgleichen. Diese Bürgschaften scheinen hinreichend zu sein, um allen Eventualitäten Trotz bieten zu können, und folglich sind wir der Meinung, daß man in Folge dieser Vergrößerung ohne Gefahr auf das Mittel von 5600 rechnen kann, das die drei Räder geben, so daß die Teiche nicht mehr als 2400 Kubikmeter werden zu liefern haben.

Außerdem steht im Jahre 1865 eine andere Amelioration bevor, nämlich die Hinzufügung eines vierten Rades, durch welches das tägliche Erträgniß auf 7500 Kubikmeter erhöht werden kann, und dies ist das Wasservolum von Marly, das anfangs für die tägliche Vertheilung bestimmt zu sein scheint. Uebrigens wird in diesem Falle das geringste Erträgniß einen Werth von 6000 Kubikmetern haben, und es entsteht daher zwischen diesen beiden Ziffern eine Differenz von 1500, während sie bei drei Rädern nur 1100 beträgt.

Da aber die Räumlichkeit der Reservoirs in beiden Fällen dieselbe bleibt, so kann von jetzt an die Leerung derselben offenbar nicht für dieselbe Anzahl von Tagen als früher zu dem Zweck benutzt werden, das Deficit auszugleichen, das sich ergeben würde, wenn statt eines Jahres mittlern Erträgnisses ein solches mit geringster Leistung vorkäme; die vorstehenden Bürgschaften würden also vermin-



Digitized by Google

dert, und wenn man beabſichtigt, wie es natürlich zu ſein ſcheint, daß ſie dieſelben bleiben ſollen, ſo wäre es offenbar zweckmäßig das Deficit von 1500 durch die Reſervoirs bis zum Belaufe von bloß 1100 Kubikmetern, was immer 337 Stillſtandstage gibt, und den Reſt, nämlich 400m0, durch die Teiche zu decken.

In der Annahme alſo, daß die Conſumtion ſich fortwährend auf die Zahl von 8000 Kubikmetern erhalten und das Jahr 1865 als ein ſolches mit geringſtem Erträgniß betrachtet wird, würde man von Marly beziehen:

durch die vier Räder . . . . . 6000 Kubikm.
„ „ Leerung der Reſervoirs. 1100 „
Zuſammen 7100 Kubikm.

Ueber dieſe Zahl hinaus dürfte man auf Marly in Betreff der allgemeinen Conſumtion nicht rechnen können und der Ueberreſt, wenn er nicht auf andere Weiſe herbeigeſchafft wird, könnte gänzlich fehlen; die Teiche würden alſo die Beſtimmung haben, vorkommendenfalls mit 900 Kubikmeter und ſelbſt mehr täglich auszuhelfen, wenn ſich die Conſumtion über 8000 erhöhe. Der Moment dürfte alſo noch nicht gekommen ſein ſie abzuſchaffen.

Gehen wir nun zu den folgenden Jahren über und ſtellen wir uns vor, daß im Jahre 1866 oder 1867 ein fünftes Rad geſetzt worden wäre; das mittlere tägliche Erträgniß würde unter dieſen Verhältniſſen 9300 betragen, das geringſte Erträgniß könnte aber auf 7500 ſinken, das durch die Leerung der Reſervoirs der beiden Thore um 1100 vermehrt werden könnte, ſo daß die ganze Maſſe 8600 betrüge. Und es wäre möglich, daß die Verſorgung von Marly hierbei ſtehen bliebe.

Man ſieht alſo, daß in dieſem Falle die Teiche ſtreng genommen unnütz ſein würden, beſonders wenn man ſicher wäre, daß ſich die Conſumtion in den Jahren von 1863 bis 1866 um nicht mehr als 600 Kubikmeter ſteigern würde. Sollte aber dieſe Zahl überſchritten werden, ſo wäre die Zuhülfnahme der „weißen Waſſer“ immer noch nothwendig.

Nehmen wir endlich an, daß in den Jahren 1869 oder 1870 ein ſechſtes Rad geſetzt würde, ſo könnte man von Marly ein Speiſequantum von 10200 Kubikmeter erwarten und den Waſſerverſorgungsdienſt nach dieſer Baſis einrichten. Wenn alſo in dieſer Epoche die Conſumtion dieſe Ziffer nicht erreicht, wenn man außerdem begründete Hoffnungen hat, daß ſie in der Zukunft nicht überſchritten werden wird, ſo könnte der Moment gekommen ſein, auf das Waſſerſyſtem der Teiche definiv zu verzichten.

Indeſſen auch für einen ſolchen Fall wäre ein Zweifel gerechtfertigt, wie wir ſogleich ſehen werden.

Es iſt offenbar, daß man, wenn man ſich die Abſchaffung der Teiche zum Ziele ſetzt, ſo verfahren muß, daß die Hülfsquellen von Marly vermehrt werden, und daß man mit denſelben alle Bedürfniſſe der Conſumtion befriedigen muß. Je größer aber der Antheil Marly's an der Waſſermenge wird, um ſo ſchneller werden auch die Reſervoirs der beiden Thore im Fall des völligen Stillſtandes der Apparate erſchöpft werden.

Wir haben geſehen, daß bei drei Rädern die Dauer dieſer Leerung der Reſervois, die alsdann mit 5600 Kubikmeter in 24 Stunden erfolgt, 68 Tage beträgt; wenn aber ſechs Räder im Gange ſein werden, ſo wird man, da ſich die täglichen Bedürfniſſe auf 10200 Kubikmeter ſteigern, nur 39 Conſumtionstage in Reſerve haben; die frühere Bürgſchaft wird alſo bedeutend geſchwächt ſein, und wird ſie alsdann noch genügend erſcheinen? Es dürften ſich deßhalb Zweifel erheben, wenn man berückſichtigt, daß ſich der Winter von 1829 zu 1830 durch einen ſtarken Froſt auszeichnete, welcher drei hintereinander folgende Monate anhielt, daß der Winter von 1845 — 1846 die Maſchinen zu einem Stillſtande von 52 Tagen veranlaßte, und daß endlich in neueſter Zeit, im Jahre 1860, die Stillſtandstage ſich auf 82 beliefen.

Wir ſind weit entfernt etwas übertreiben zu wollen und geſtehen es gern zu, daß dieſe Stillſtände glücklicher Weiſe immer im Winter ſtattfinden, wo das Erträgniß der Maſchinen geringer iſt als im Sommer und auch die Bedürfniſſe geringer ſind; nichtsdeſtoweniger behalten die genannten Ziffern eine Bedeutung, die wir mit Stillſchweigen übergehen zu müſſen nicht geglaubt haben.

Die vorſtehenden Folgerungen ſind in der Frage der Beſeitigung der Teiche rechtmäßiger Weiſe nur dann anwendbar, wenn die neuen ſteigenden Leitungen angelegt ſein werden. — Bei allen dieſen Berechnungen haben wir angenommen, daß jedes der drei neuen Räder ein Erträgniß gleich jedem der jetzigen drei Räder liefern wird. Man darf es indeſſen nicht außer Acht laſſen, daß dies in der Wirklichkeit erſt dann ſtattfinden wird, wenn die Vergrößerung der ſteigenden Röhren wird vollendet ſein.

Es iſt bis jetzt eine ausgemachte Sache, daß die beiden gegenwärtigen Röhrenfahrten bei einer Geſchwindigkeit von 1m40, mit der die drei arbeitenden Räder beim niedrigſten Waſſerſtande ein durchſchnittliches Volum von 78,4 Liter

Digitized by Google

pro Secunde aufnehmen und es in die Reſervoirs der beiden Thore befördern, vollkommenen Widerſtand leiſten. Wenn man bei niedrigem Waſſerſtande vier Räder zugleich wollte arbeiten laſſen, ſo würde dieſes Volum um ein Drittel größer werden; da aber der Querſchnitt der Röhren derſelbe bliebe, ſo würde man im Innern derſelben eine Geſchwindigkeit von 1m87 veranlaſſen, wodurch die bedeutendſten Uebelſtände entſtehen müßten.

So lange alſo der Querſchnitt der Röhren kein größerer iſt als jetzt, kann man unmöglich darauf Rechnung machen, daß die Hinzufügung eines neuen Rades das gegenwärtige Erträgniß von Marly um ein Drittel ſeines jetzigen Werthes vermehren würde, und inſofern ſind die Berechnungen, deren Reſultate wir mittheilen wollen, bei dem jetzigen Zuſtande der Dinge übertrieben; ſie werden erſt dann anwendbar, wenn das Querprofil der Leitungen mit der Anzahl der neuen nach und nach aufgeſtellten Räder in Uebereinſtimmung gebracht ſein wird. Dies iſt eine unerläßliche Bedingung, und ſo lange ſie nicht erfüllt iſt, kann von der Abſchaffung der Teiche behufs der Waſſerverſorgung keine Rede ſein.

Maß der Leiſtungen des vierten Rades bei dem begrenzten Querſchnitt der ſteigenden Leitungen. — Aus den vorſtehenden Erläuterungen gelangt man ſehr bald zu der Einſicht, daß die Anlage des vierten Rades jetzt ein Fehler iſt und daß man damit bis zur Herſtellung einer neuen Leitung hätte warten müſſen; ohne aber in Abrede ſtellen zu wollen, daß dieſes Rad unter den gegenwärtigen Verhältniſſen den ganzen Nutzen gewähren würde, den man ſpäter von ihm erwartet, iſt es leicht einzuſehen, daß es für den Waſſerverſorgungsdienſt von ſehr bedeutendem Nutzen ſein würde, vorausgeſetzt, daß die Grenzen der von den Röhren zu erwartenden Widerſtandsfähigkeit nicht überſchritten werden.

Wie wir bereits erwähnt, wäre alſo für die Leitung eine offenbare Gefahr vorhanden, wenn man die vier Räder beim niedrigſten Waſſerſtande arbeiten laſſen wollte, denn bei dieſem Zuſtande des Fluſſes iſt das von den drei Rädern gelieferte Waſſervolum gerade diejenige Quantität, welche die Steigeröhren aufnehmen können und ſollen; nach Maßgabe aber als das Seinewaſſer ſteigt und ſich folglich alle paſſiven Widerſtände vermehren, erfordert es die Erhaltung der Räder, daß man von ihnen wegen der Zunahme der unproductiven Arbeit, der ſie ausgeſetzt ſind, eine geringere Quantität Nutzeffect verlange. Unter dieſen Umſtänden alſo befördern ſie in die Leitung nicht die ganze Waſſermaſſe, welche dieſe beim niedrigſten Waſſerſtande aufnimmt, und es kann daher das vierte Rad ſehr vortheilhaft dazu verwendet werden, dieſes Deficit zu reſtituiren. Die Rechnung geſtaltet ſich dann folgendermaßen.

In Uebereinſtimmung mit den vorſtehenden Bemerkungen müſſen wir annehmen, daß, ſo lange das Waſſer der Seine unterhalb der Maſchine unter 0m50 ſteht, das vierte Rad nicht arbeitet.

Steht dieſer Waſſerſpiegel zwiſchen 0m50 und 1m0, ſo beträgt die mittlere Anzahl der Umgänge 2,65 pro Minute anſtatt 3,20 wie bei dem ſehr niedrigſten Waſſerſtande; die gehobene Waſſermenge vermindert ſich alsdann um etwa $\frac{1}{8}$. Dieſes Deficit wird durch die Leiſtung des vierten Rades ausgeglichen; man gewinnt alſo 1500 Meter täglich und folglich für 98 Tage ..... 147000 Kubikm.

Zwiſchen 1m0 und 2m0 iſt die mittlere Geſchwindigkeit der Räder 2,10 Umgänge oder $\frac{7}{8}$ des Maximalumganges; das vierte Rad kann alſo mit den drei andern gleichmäßig arbeiten und 1900 Kubikmeter liefern, was für 71 Tage im Durchſchnitt ausmacht . . ..... 134900 „

Zwiſchen 2m0 und 3m0 haben die Räder eine mittlere Geſchwindigkeit von 1,57 pro Minute; das vierte Rad gibt alsdann 1400 Kubikmeter pro 24 Stunden, oder im Ganzen während 29 Tage. 40600 „

Zwiſchen 3m0 und 4m0 reducirt ſich die Geſchwindigkeit auf einen Umgang und es werden 900 Kubikmeter pro 24 Stunden gehoben, folglich in 20 Tagen.. 18000 „

Endlich wird das mittlere Erträgniß der drei Räder, wenn keine Stillſtände für die Reparatur der Maſchinen ſtattfinden, 5859 Kubikmeter täglich ſein oder pro Rad 1933, und da die Stillſtände für dieſe Reparaturen 16 mittlere Arbeitstage eines Rades repräſentiren, ſo wird man durch das Arbeiten des vierten Rades ein Volum gewinnen von ..... 31200 Kubikm.

Summa des von dem vierten Rade gehobenen Waſſers 371700 Kubikm.

was für das ganze Jahr gerechnet einem täglichen durchſchnittlichen Product von 1000 Kubikmetern entſpricht.

Dieſes Quantum iſt freilich nur die Hälfte deſſen, was dieſes Rad leiſten könnte, wenn die Querſchnitte der Steige-

Digitized by Google

röhren größer wären; bei den gegenwärtigen Verhältnissen aber hat dieses Resultat einen unbestrittenen Werth, denn mit Hülfe dieses Rades kann man im Verlaufe eines Jahres die Füllung des neuerdings in Thätigkeit gesetzten dritten Beckens der zwei Thore mehr als sicherstellen und sich folglich in den vollständigen Besitz der großen Vortheile setzen, welche dem Wasserversorgungsdienst durch die Vergrößerung der Reservoirs gewährt werden; Vortheile, die wir am Ende des dritten Capitels aufgezählt haben und hauptsächlich darin bestehen, daß die Vertheilung des Wassers alsdann sehr regelmäßig nach dem jährlichen mittlern Erträgniß der Räder hergestellt werden kann und vor Störungen in jenen Jahren geschützt ist, wo ein Minimum der Leistung der Räder stattfindet.

Aus diesem Grunde haben wir keinen Anstand genommen, die Herstellung eines vierten Rades selbst vor dem Legen einer neuen Leitung anzurathen. Bei dem gegenwärtigen Zustande des Dienstes, bei der Vergrößerung des Reservoirs der beiden Thore, und gegenüber der fortwährend einlaufenden Concessionsgesuche ist es von großer Wichtigkeit, ohne andere Kosten als die des Aufstellens des Rades selbst ein Supplement von 1000 Kubikmetern pro 24 Stunden zu erlangen.

Was einen fünften Motor betrifft, so kann man sich leicht durch Berechnungen, die denen des vierten Rades ähnlich sind, davon überzeugen, daß seine Aufstellung bei dem jetzigen Zustande der Apparate nur ein durchschnittliches Erträgniß von 300 Kubikmetern pro Tag erzielen würde, was offenbar zu gering wäre, um eine solche Absicht auszuführen.

*Situation des Dienstes nach der Aufstellung des vierten Rades bei dem jetzigen Zustand der steigenden Leitungen.* — Wir sind nun in den Stand gesetzt, uns über die Situation des Wasserversorgungsdienstes nach der Aufstellung des vierten Rades, wenn die steigenden Leitungen so bleiben wie sie jetzt sind, ins Klare zu setzen; es ist ist dies genau derselbe Zustand, in welchem man sich vom Jahre 1865 an befinden muß.

Das durchschnittliche Erträgniß der drei ersten Räder beträgt ..... 5600 Kubikm.

Durch das vierte Rad gewinnt man noch ..... 1000 „

Summa der vier Räder 6600 Kubikm.

In wenig wasserreichen Jahren kann diese Quantität auf 5300 Kubikmeter hinabgehen, jedoch wird die Leerung der Reservoirs der beiden Thore, wie wir auseinandergesetzt, dieses Volum in 24 Stunden um 1100 Kubikmeter erhöhen, so daß man also selbst unter den ungünstigsten Verhältnissen auf ein Product von 6400 Kubikmeter rechnen könnte.

Nehmen wir nun an, daß die Consumtion 8000 Kubikmeter betrage, so sieht man, daß sich die Werke von Marly in der Unmöglichkeit befinden, derselben ganz allein Genüge zu leisten und daß man von den Teichen bis zu einem täglichen Betrage von 1600 Meter Wasser zu entnehmen hätte, welche Zahl aber noch vergrößert werden müßte, wenn die Consumtion mehr als 8000 Kubikmeter betrüge, denn diese letzte Zahl ist die der jetzigen Consumtion. Zu dieser Last würde sich aber noch eine andere gesellen, über die wir uns hier aussprechen müssen.

*Uebereinkunft mit der Stadt Paris.* — Bisher haben wir noch nicht der mit der Stadt Paris getroffenen Uebereinkunft erwähnt, wonach sich die Civilliste verpflichtet hat, fünf Sommermonate hindurch die enorme Quantität von 1½ Millionen Kubikm. Wasser in die Bièvre zu leiten; es entfallen also auf jeden Tag dieser fünf Monate 10000 und auf jeden Tag im Jahre 4000 Kubikmeter. Bei dem Bestehen dieses Vertrages kann also um so weniger die Rede von der Abschaffung der Teiche sein, und man darf sich nur auf die Untersuchung beschränken, bis zu welcher Grenze die Verminderung der unter Wasser stehenden Flächen ausgeführt werden kann.

Die Aufhebung dieses Vertrages würde der Sache sofort eine andere Wendung geben, und obschon es unsere Angelegenheit nicht ist, in die Motive einer solchen Aufhebung näher einzugehen, so glauben wir doch, daß einige Bemerkungen darüber nicht unzweckmäßig sein dürften.

Es ist ohne weiteres begreiflich, daß wenn ein Vertrag keinen andern Gegenstand hat als die Regulirung von Privatinteressen und die verhandelnden Parteien ihn nur für sich selbst und für ihre persönlichen Vortheile abschließen, derselbe mit Bewilligung beider Theile wieder aufgehoben werden kann. Wenn aber diese Contrahenten beiderseits die Repräsentanten allgemeiner Interessen sind, wenn sie nicht in ihrem persönlichen Vortheile, sondern als die Bevollmächtigten jener Interessenten handelten, wenn der eine von ihnen der Verwalter der Krongüter, der andere der Vorstand einer Municipalität, und wenn diese Municipalität Paris ist, wenn der Contract in Bezug auf einen so wichtigen Gegenstand wie der der öffentlichen Gesundheit ist, gemacht wurde, so kann man wohl nicht leicht annehmen, daß man dabei mit so geringer Ueberlegung gehandelt habe, daß man nach kur-

Digitized by Google

zer Zeit und selbst vor Beginne der eingegangenen Verbindlichkeiten schon an die Aufhebung des Vertrages denken sollte.

Was hat man mit dem Vertrage beabsichtigt? Welchen Zweck hatte man, als festgesetzt wurde, daß die Bièvre fünf Sommermonate hindurch täglich eine Quantität von 10000 Kubikmeter Wasser aufnehmen sollte? Geschah es nicht, um den untern Theil ihres Laufes zu verbessern, welcher durch Gefälle weniger begünstigt durch Paris fließt und mehr als jeder andere Wasserlauf die Abfälle von zahllosen Gewerben aufnimmt, die auf die öffentliche Gesundheit einen sehr schädlichen Einfluß ausüben?

Wir wollen für einen Moment gern zugeben, daß die Besorgnisse, die auf den Abschluß jenes Vertrages führten, jetzt minder lebhaft sein mögen; daraus aber, daß gefürchtete Ereignisse sich einige Jahre hindurch nicht wiederholt haben, folgt nicht, daß sie auch für immer verschwunden sind! Epidemien und Ueberschwemmungen und überhaupt alle Landplagen haben ihre Launen; sie können einige Zeit schlummern, um schrecklicher als je von neuem zu erwachen, und wenn nun ein solches Erwachen am andern Tage nach dem Bruch des Vertrages eintritt, wenn man dann keine Mittel mehr besitzt, das früher vorbereitete Remedium anzuwenden, wenn die Verwaltung zu schwach ist, um Anträge zu erfüllen, die durch das Uebel und durch die Furcht vor dem Uebel in großer Anzahl hervorgerufen werden, muß es dann nicht lebhaft bedauert werden, daß man die Mittel außer Acht gelassen, durch welche dem entstandenen Uebel hätte vorgebeugt werden können?

Uebrigens sind Bemerkungen dieser Art bereits in den Berichten früherer Commissionen gemacht worden." Die Teiche, sagt Marly, dienen in gewissen Jahren zur Verbesserung des Gesundheitszustandes in dem Thale der Bièvre, indem man in dasselbe plötzlich ein so großes Wasservolum fließen läßt, daß dadurch das Wasser dieses Flusses, das durch den Betrieb verschiedener Industriezweige verunreinigt wurde, fortgeführt wird. Dieser von den Teichen geleistete Dienst wurde niemals regulirt, wenn man aber einmal die Hülfsquellen der Wasserversorgung und die Bedürfnisse der Consumtion von Versailles wird haben kennen lernen, wenn man in Marly gute und kräftige Maschinen aufgestellt haben wird, so wird man diese Wasservorräthe wirksamer zu einer Verbesserung des öffentlichen Gesundheitszustandes verwenden können, welche von der Municipalverwaltung der Stadt Paris und von den Generalräthen der Seine und Oise so lebhaft gewünscht wird."

Der Abschluß des Vertrages mit der Stadt Paris war nichts anders als die Verwirklichung dieses Programmes.

Aus der obigen Darstellung geht hervor, daß es, selbst wenn man von dem Vertrage mit der Stadt Paris absieht, sehr unklug wäre, wenn man auf das „System der weißen Wasser" verzichten wollte, daß aber bei dem Bestehen jenes Vertrages eine solche Absicht ganz unmöglich ist.

Ueber die Möglichkeit, den Flächenraum der vom Wasser bedeckten Ländereien zu vermindern. — Wenn nun aber die Werke von Marly einstens gehörig entwickelt sein werden, so dürfte man doch wohl hoffen, daß der Flächenraum der gegenwärtigen Haltungen vermindert werden könnte. Diese Absicht ließe sich nicht bloß in Berücksichtigung auf die Zukunft, sondern selbst schon für die Gegenwart zur Ausführung bringen; denn zu welchem Zweck soll man Räume erhalten, die 8 Millionen Kubikmeter enthalten, während die jährliche Speisung 4300000 Kubikmeter nicht überschreitet; ein Raum von 5 bis 6 Millionen Kubikmeter würde von jetzt an mehr als hinreichend sein, um allen Eventualitäten Trotz bieten zu können. Diese Behauptung läßt sich leicht rechtfertigen, denn wenn wir annehmen, daß von den drei aufeinander folgenden Jahren eines die durchschnittliche Speisung ergäbe

| | | |
|---|---|---|
| mit . . . . . | 4300000 | Kubikm. |
| daß das zweite Jahr günstiger wäre und eine Auffammlung gestattete von . . . . . | 5500000 | . |
| daß aber im dritten Jahre eine Trockenheit erfolgte und nur ein Product stattfände von . . . | 1300000 | . |
| so würde die Speisung für die drei Jahre betragen . . . . . | 11100000 | . |
| Nun betrug nach der Aufstellung der drei Räder das Maximum des aus den Teichen entnommenen Wassers pro Jahr 3400000 Kubikmeter; die Consumtion weißen Wassers könnte daher in drei Jahren nicht überschreiten. . . . . | 10200000 | . |
| Und es bliebe also am Anfange des vierten Jahres in Reserve ein Volum von . . . . . | 900000 | . |

Da nun die obige Annahme viel eher unter als über der Wahrheit sein und nicht alle drei Jahre, sondern alle acht oder neun Jahre ein trockenes Jahr eintreten dürfte,

Digitized by Google

und da übrigens jenes glückliche Zusammentreffen existirt, daß wenn die trockenen Jahre den Teichen wenig Zufluß liefern, sie dagegen für die Wassererträgnisse von Marly die günstigsten sind, und da wir endlich in der vorstehenden Berechnung angenommen, daß bloß drei Räder in Marly arbeiten und daß von dem jetzigen Jahre an ein viertes besteht, so ersieht man, daß bei den angedeuteten Dispositionen keine Besorgnisse entstehen könnten, daß die Interessen des Wasserversorgungsdienstes im Geringsten beeinträchtigt werden.

Bei der vorstehenden Berechnung haben wir freilich keine Rücksicht auf die Wassermengen genommen, die man für die Stadt Paris in Reserve halten müßte; auf der andern Seite aber wird Marly vom Ende dieses Jahres an mit einem vierten Rade ausgestattet sein, und von da an wird es ohne Zweifel in geringer Zeit sechs haben. Dann wird aber der Wasserversorgungsdienst als abgeschlossen betrachtet werden können.

*Situation des Wasserversorgungsdienstes in der Epoche, wo sechs Räder in Marly arbeiten.* — Wir nehmen einen Augenblick an, daß die Vergrößerung der Reservoirs der beiden Thore beendet und daß die neue steigende Leitung der Gewässer von Marly gelegt sei, daß die sechs Räder arbeiten, daß mit einem Worte das ganze Etablissement dasjenige leistet, was man von ihm erwartet. Wir haben gesehen, daß in diesem Falle das tägliche Erträgniß in mittlern Jahren 11200 beträgt, daß man aber in den schlechtesten Jahren nur auf 9000 rechnen könne. Durch die Vergrößerung der Reservoirs der beiden Thore wird man in den Stand gesetzt sein, eilf aufeinander folgende Monate hindurch täglich ein Volum von 1100 Kubikmeter darin zurückzuhalten, das zu dem obigen Quantum noch hinzutritt, und es läßt sich hiernach wohl annehmen, daß der Dienst anstandslos so organisirt werden kann, daß sich die tägliche Vertheilung auf 10100 Kubikmeter stellt, so daß Marly den gewöhnlichen Bedürfnissen der Consumtion Genüge leisten kann; sollte aber ein vollständiger Stillstand eintreten, so werden seine Quellen ungenügend sein, denn es können alsdann die Reservoirs der beiden Thore einer täglichen Consumtion von 10100 Kubikmeter nur während einer Dauer von 39 Tagen zu Hülfe kommen, was nicht ausreichend ist; nach unserm Dafürhalten wäre das Doppelte erforderlich, was einem jährlichen Volum von 400000 Kubikmetern gleich käme, das man den Teichen entnehmen müßte.

Auf der andern Seite ist es, wie wir auseinandergesetzt, schwieriger anzunehmen, daß man den Vertrag mit Paris als annulirt betrachten könnte; es erscheint uns im Gegentheil sehr weise, denselben bei unseren Berechnungen als in Kraft stehend zu betrachten, und wir haben in diesem Falle ein neues Volum von . . . 1500000 Kubikm.
dem vorhergehenden von . . . . 400000 „
hinzuzusetzen, so daß wir eine Ziffer von 1900000 „
erhalten; wegen der trockenen Jahre aber, deren Product nach Abzug der Verdunstung von den 1900000 nothwendigen auf 1300000 hinabsinken kann, ist es zweckmäßig hinzuzufügen 600000 „
Ferner noch für die Verdunstung . 300000 „
Zusammen 2800000 „

Dies ist die Quantität, welche man in der Zeit, wo die sechs Räder von Marly aufgestellt sein werden, von den Teichen zu verlangen hat.

*Reductionen, welche in dieser Zeit mit den Räumlichkeiten der Teiche vorgenommen werden können.* — Wir haben gesehen, daß die Teiche von Saint-Hubert und du Perray durchschnittlich im Jahre 360 Kubikmeter pro Hectare abhängender Fläche und folglich im Ganzen 1224000 Kubikmeter aufnehmen. Wir rechnen hierbei nicht auf den Teich de la Tour, weil sein Nutzen hinsichtlich der Bedürfnisse des Dienstes sehr beschränkt ist; es kann derselbe nach Versailles nur einen sehr geringen Theil des von ihm aufgenommenen Wassers abgeben, und da bei der gegenwärtigen Hypothese das Bedürfniß nach dem weißen Wasser viel unbedeutender ist, so erscheint es am räthlichsten auf diesen Teich zu verzichten.

Auf der andern Seite nehmen die Teiche von Saclay, die mit 265 Kubikmeter pro Hectare gespeist werden, 1590000 Kubikmeter auf. Diese beiden Volumen zusammen übersteigen die als nothwendig erachtete Wassermenge um 14000 Meter.

Die Aufgabe scheint also zweckmäßig gelöst zu sein.

Wenn wir übrigens vor allem einen Werth darauf legen, die Teiche von Saint-Hubert und Saclay zu erhalten, so hat dies darin seinen Grund, daß die Aufrechterhaltung des gegenwärtigen Kanalsystems nach unserer Ansicht ein Gegenstand von der größten Wichtigkeit für die Bewirthschaftung der 15000 Hectaren ist, über die es sich ausbreitet. Man könnte vielleicht einwenden, daß der kubische Inhalt von Saint-Hubert und du Perray zusammen sehr beträchtlich sei; sie enthalten 2865000 Kubikmeter, während ein Raum von 1224000 hinreichend wäre; nichts-

Digitized by Google

deſtoweniger erſcheint es uns als eine Nothwendigkeit ſie ganz zu erhalten, ſchon wegen des allgemein verbreiteten Glaubens, daß die Teiche ein Präſervativ gegen Ueberſchwemmungen ſind. Wenn auch bei dem gegenwärtigen Zuſtande der Dinge dieſer Volksglaube nicht gerechtfertigt erſcheint, weil es die Bedürfniſſe der Conſumtion erfordern, daß man ſich ſo viel als möglich der beſtändigen Füllung der disponiblen Räume verſichert, ſo iſt dies doch nicht derſelbe Fall in Betreff der Epoche, von der wir ſprechen; die ganze Differenz zwiſchen 1224000 und 2865000 könnte alsdann für den Zufluß außerordentlicher Gewäſſer in Reſerve gehalten werden und ſo als ein ſehr kräftiges Vorbeugungsmittel gegen große Waſſeranhäufungen dienen. Uebrigens haben wir nachgewieſen, daß dieſe Anſchwellungen eher am Anfange der Teiche als an allen andern Stellen zu befürchten ſind, und es iſt als ein glücklicher Umſtand zu betrachten, gerade in dieſem Punkt einen Ueberfluß an Räumlichkeit zu finden.

Hinſichtlich Saclay iſt die Sache eine ganz andere; die beiden Teiche enthalten nur 1041000 Kubikmeter, welche zu den 1224000, die in gewöhnlichen Jahren nach Saint-Hubert und Perray geliefert werden, hinzugerechnet eine Summe von 2265000 ergeben, welche um 535000 geringer iſt als das erforderlich gefundene Volum.

Zu dieſem erſten Uebelſtande, den man bei Saclay antrifft, geſellt ſich noch der des Ausfluſſes ſeines Waſſers zu Verſailles, welcher 13m0 unter dem des von Saint-Quentin kommenden Waſſers liegt.

Indeſſen die Nothwendigkeit, das Grabenſyſtem des Plateaus ungeſchmälert zu erhalten, erſcheint uns ſo wichtig, und es iſt dieſe Erhaltung eine ſo directe Folge der Wirkſamkeit von Saclay, daß wir ungeachtet der erwähnten Uebelſtände auf unſerer Meinung beſtehen müſſen, Saclay fortwährend in Thätigkeit zu erhalten.

Wenn übrigens in Betreff des Dienſtes von Verſailles das von Saclay kommende Waſſer nicht den ganzen Nutzen des von Saint-Quentin fließenden gewährt, ſo iſt es nicht derſelbe Fall mit dem Waſſer, das in Folge des mit der Stadt Paris abgeſchloſſenen Vertrages alljährlich in die Bièvre geleitet werden muß. Nun wäre es ſehr leicht nächſt den Zugängen der Arcaden von Buc eine Nebenleitung anzulegen, die gegen den Thalweg dieſes Fluſſes gerichtet iſt; auch könnte man das Thal benutzen, welches die natürliche Fortſetzung der Haltung von Saclay bildet, um das Waſſer der Bièvre zuzuführen, und auf dieſe Weiſe würde das in Saclay geſammelte Waſſer nicht geringern Nutzen haben als alle andern. Es bleibt nur noch zu unterſuchen übrig, auf welche Weiſe dem oben ausgewieſenen Mangel von 535000 Kubikmetern abgeholfen werden könnte.

Die zweckmäßigſte und nützlichſte Maßregel, welche man ergreifen kann, iſt die, von der Räumlichkeit von Saint-Quentin einen gewiſſen Theil zu erhalten. Man darf es nicht vergeſſen, daß das Waſſer dieſes Teiches zu Verſailles in einer Höhe ausmündet, bei der man alle Bedürfniſſe befriedigen kann. Die Bedeutung dieſer Thatſache iſt ſo groß, daß man die Vortheile derſelben zu erhalten ſuchen muß, und weil man bei den obern Teichen und denen von Saclay Mangel leiden würde, weil es nothwendig iſt ihnen etwas hinzuzuſetzen, ſo wäre es wirklich unvernünftig, dieſes etwas anderswo zu ſuchen als in St-Quentin, wo ſich die beſten Mittel zur Sicherung der Waſſerverſorgung vereinigen.

Indeſſen wird es in Berückſichtigung der Verhältniſſe, die wir in dieſem Moment erörtern, nicht nothwendig ſein dem beibehaltenen Theil dieſes Teiches den ganzen Umfang zu geben, den wir in unſerem Berichte von 30. Januar 1861 angegeben. Es ließe ſich dieſer Umfang auf die Hälfte vermindern und auf 50 Hectaren reduciren, und man würde auf dieſe Weiſe der Landwirthſchaft das Doppelte des Flächenraums gewinnen, der nach den frühern Projecten disponible geſtellt wurde.

Die mittlere Stärke der Waſſerſchicht in dem beibehaltenen Theile wird 1m95 betragen; das Volum der Waſſerverſorgung wird ſich daher erheben auf . . . 975000 Kubikm.

Die Verdunſtung aber wird im Laufe des Jahres 100000 Kubikmeter davon wegnehmen und auf der andern Seite hat man zu erwarten, daß die Deiche, welche dieſen Raum von 50 Hectaren umſchließen, Waſſer durchſickern laſſen. Die aus dieſen beiden Urſachen entſtehenden Verluſte können angenommen werden mit . . . 200000 Kubikm.

und es bleiben daher zur Dispoſition des Dienſtes 775000 Kubikm.

oder die Hälfte mehr als die für nothwendig anerkannten. Man erſieht hieraus, daß man den beizubehaltenden Raum des Teiches von Saint-Quentin noch verringern könnte, doch würde dies nach unſerer Anſicht ein Fehler ſein.

Der Nutzen des Waſſerverſorgungsdienſtes iſt zu groß als daß man ſich auf eine Organiſation beſchränken ſollte, welche keinen andern Zweck hätte als die Befriedigung der gewöhnlichen Bedürfniſſe; die Klugheit gebietet es darüber hinauszugehen und einige außergewöhnliche Umſtände zu



Digitized by Google

berücksichtigen die freilich sehr selten sind, deren Folgen aber um so unangenehmer sein würden, als die sich mit der Wasserversorgung verbindenden Interessen wichtiger werden. Dahin würde ein ernster Uebelstand gehören, der sich mit der unterirdischen Leitung ereignen könnte, die in einer großen Tiefe unter den Boden geht, um das Wasser von Marly nach dem Reservoir der Picardie zu führen; je nach der Beschaffenheit der Beschädigungen, die daran vorkommen könnten, würde die Wasserversorgung eine beträchtliche Unterbrechung erleiden.

Ein noch gewichtiger Uebelstand wäre die Zerstörung des Wehres von Marly durch einen Eisgang auf der Seine. Es ist allerdings bekannt, daß die Interessen der Schifffahrt von der Art sind, daß die Staatsverwaltung alles in Bewegung setzen würde, um einen solchen Schaden auszubessern, indessen handelt es sich für uns nicht um die Geldfrage, sondern um die Zeit, denn es würden je nach der Jahreszeit, wo ein solcher Bruch stattfände und nach der Größe des Unfalles 4, 5 und 6 Monate erforderlich sein, um die Werke in ihrer ursprünglichen Gestalt wiederherzustellen.

Nach diesen Betrachtungen scheint es, daß der Vorschlag, den Teich von Saint-Quentin so einzurichten, daß die in ihm behufs der Wasserversorgung zur Verfügung stehende Wassermasse anstatt der streng erforderlichen 535000 Kubikmeter 775000 Kubikm. betrüge, nichts übertriebenes enthält. In diesem Falle und wenn man annimmt, daß in unserer jetzigen Epoche die Consumtion von Versailles 7500 Kubikmeter täglich erreiche, so würde die in St.-Quentin errichtete Reserve im Stande sein allen Bedürfnissen für die Zeit von 103 Tagen zu genügen; in derselben Zeit würden die Reservoirs der Stadt den Dienst 15 Tage hindurch und die von Marly während 38 Tage sichern; im Ganzen könnte man also die Räder von Marly 5½ Monat entbehren und man hätte demnach alle Maßregeln ergriffen, welche die menschliche Einsicht treffen kann.

Die beizubehaltenden Teiche werden also haben:

| | Hect. | Ares. | Kubikmeter. |
|---|---|---|---|
| Saint-Hubert und Holland.. | 203 | 79 | 2261570 |
| Le Perray ..... | 18 | 73 | 593683 |
| Saint-Quentin bis zur Einschränkung von ..... | 50 | 00 | 875000 |
| Vieux-Saclay..... | 52 | 25 | 603055 |
| Saclay-Neuf..... | 53 | 25 | 438162 |
| Summa | 378 | 02 | 4771470 |

Die Beschränkung wäre bei den folgenden Teichen:

| | Hect. | Ares. | Kubikmeter. |
|---|---|---|---|
| La-Tour..... | 29 | 49 | 420358 |
| Mesnil-Saint-Denis ..... | 44 | 64 | 227832 |
| Saint-Quentin... ..... | 166 | 39 | 2049796 |
| Trou-Salé..... | 66 | 48 | 657270 |
| Summa | 307 | 00 | 3400256 |

## VI. Kurze Uebersicht.

Wir sind hiermit zum Schluß unserer Arbeit über die Wasserwerke von Marly und Versailles gelangt und fassen die in derselben enthaltenen Vorschläge in folgender Uebersicht zusammen. Wir sind demnach der Meinung:

1. daß die Wasserkunst von Marly, so lange die neue steigende Leitung nicht gelegt ist, nach der Errichtung des vierten Rades mit einer Quantität von 6400 Kubikmeter zur Wasserversorgung beitragen wird;

2. daß sie bei der gegenwärtigen Consumtion mit 1600 Kubikmetern im Rückstande bleibt, und daß sich diese Differenz mit allen den Supplementen vergrößern wird, welche alljährlich zu den jetzt consumirten 8000 Kubikmetern hinzutreten;

3. daß man zu diesem Behuf von den Teichen ein Minimum von 1600 Kubikmetern täglich entnehmen muß, welche Quantität sich in zwei oder drei Jahren auf 2500 erhöhen kann;

4. daß man außerdem, um dem mit der Stadt Paris abgeschlossenen Vertrag zu genügen, von den Teichen ein tägliches durchschnittliches Volum von 4000 Kubikmetern entnehmen muß;

5. daß folglich bis zu dem Moment, wo die neue Leitung gelegt sein wird, das von den Teichen zu entnehmende Nettovolum jährlich 2400000 Kubikmeter betragen wird und daß es mit Rücksicht auf die Verdunstung, auf Durchsickerungen und besonders auf trockene Jahre zweckmäßig sein wird, den Teichen eine Räumlichkeit von 4500000 Kubikmetern zu erhalten;

6. daß es als sehr wahrscheinlich zu betrachten ist, daß die Wasserkunst von Marly in sehr naher Zukunft mit sechs Rädern und einer neuen steigenden Leitung versehen sein wird und daß dann täglich 10000 Kubikmeter vertheilt werden können;

7. daß in derselben Epoche die Consumtion nach derselben Zahl von 10000 Kubikmetern pro Tag gemessen werden wird;

Digitized by Google

8. daß folglich Marly an und für ſich dem gewöhnlichen Bedürfniſſe genügen wird;

9. daß aber wegen ausnahmsweiſer Stillſtände ſeine Reſervoirs jährlich um 400000 Kubikmeter ungenügend ſein werden, welches Volum dann von den Teichen herbeizuſchaffen iſt;

10. daß es vernünftig iſt, ſtets ſo zu handeln, als ob der Vertrag mit der Stadt Paris niemals annulirt werden könnte;

11. daß die wenigſtens theilweiſe Beibehaltung der Teiche eine nothwendige unausweichbare Folge dieſer beiden Verhältniſſe iſt;

12. daß dieſe Beibehaltung außerdem den unberechenbaren Vortheil hat, dem Waſſerverſorgungsdienſt alle wünſchenswerthe Regelmäßigkeit zu ſichern, weil man bei dieſen beiden Speiſungsſyſtemen von den Jahreszeiten ganz unabhängig iſt; denn wenn in trockenen Jahren die Teiche wenig Zufluß erhalten, ſo ſind dieſe im Gegentheil die günſtigſten für die Leiſtung der Räder von Marly und umgekehrt;

13. daß alſo die Teiche jährlich 1900000 Kubikmeter werden zu liefern haben und daß man wegen trockener Jahre und Verdunſtung, um dieſes Volum ſtets zu ſeiner Dispoſition zu haben, die Räumlichkeit, worin das Waſſer aufgeſammelt wird, auf 2800000 Kubikmer erhalten muß;

14. daß es zu dieſem Behuf nothwendig iſt, die Teiche von Perray und Saint-Hubert in ihrem obern und den Teich von Saclay in ſeinem untern Theil zu erhalten;

15. daß man auf dieſe Weiſe verfahrend das ganze Grabenſyſtem in ſeiner Hand hat, was für die Landwirthſchaft auf den Plateaux von außerordentlichem Nutzen iſt;

16. daß es, wenn ſchon die abhängigen Flächen von Saint-Hubert und du Perray nicht geſtatten jährlich im Durchſchnitt mehr als 1224000 Kubikmeter anzuſammeln, nichtsdeſtoweniger nothwendig iſt ihre Räumlichkeit von 2865000 Kubikmetern zu erhalten, welche bei außerordentlichen Gewitterregen mächtig dazu beiträgt, die Ueberſchwemmungen in den Thälern zu verhüten;

17. daß das Waſſer von Saclay, obgleich es in Verſailles nur 13m0 tiefer ausmündet als das von Saint-Quentin kommende, in der uns beſchäftigenden Epoche nichts deſtoweniger von Nutzen iſt, denn es kann daſſelbe wie auch das von Saint-Quentin in die Bièvre geleitet werden, um dem Vertrage mit der Stadt Paris zu genügen;

18. daß der kubiſche Inhalt der Teiche von Saclay, welche 1041000 Kubikmer beträgt, in Verbindung mit dem vorigen nur 2265000 Kubikmeter ausmacht, ſo daß bei der Waſſerverſorgung ein Deficit von 535000 Kubikmeter ſtattfindet, das man ſich auf andere Weiſe verſchaffen muß;

19. daß es in jeder Beziehung zweckmäßig iſt, den Teich von Saint-Quentin zur Deckung dieſes Deficits zu benutzen und daß man zu dieſem Behuf eine Fläche von 50 Hectaren reſerviren muß, um ihn im Zuſtande eines Teiches erhalten zu können;

20. daß dieſer Fläche ein Volum von 975000 Kubikmetern correſpondiren wird, welche ſich wegen der Verdunſtung und wegen der Durchſickerungen durch die Teiche auf 775000 Kubikmeter vermindern wird;

21. daß es, obſchon dieſe letztere Waſſermenge um die Hälfte größer iſt als das oben angegebene Deficit, doch zweckmäßig iſt ſie in Reſerve zu halten, um allen ſehr ſchweren Eventualitäten vorzubeugen, die ſich in Folge ausnahmsweiſer Beſchädigungen ergeben könnten, und von denen oben ſchon die Rede war;

22. daß endlich die vorgeſchlageneu Maßregeln nicht allein dem Waſſerverſorgungsdienſt allen möglichen Nutzen und die wünſchenswerthe Regelmäßigkeit verleihen, ſondern auch den Vortheil haben, daß für die Landwirthſchaft ein Grabenſyſtem erhalten wird, welches ihr für die allgemeine Drainage der Ländereien des Plateaus von unendlichem Nutzen iſt, daß durch die Beſeitigung eines wichtigen Theils der Waſſerhaltungen dem Ackerbau große Räume gewonnen werden und daß durch die Eindeichung des Teiches von Saint-Quentin der Vorwurf der Ungeſundheit beſeitigt wird, den man dem Syſtem des weißen Waſſers gemacht hat.

---



Digitized by Google

# Die Fabrication chemiſcher Producte in Belgien.

(Mit Zeichnungen auf Blatt **735** bis **737** und auf Seite 189.)

## I. Beſchreibung der Fabrication des Glauberſalzes und der Condenſationsapparate für die Salzſäure in der Provinz Namur.

Die Fabrication des Glauberſalzes geſchieht durch die Behandlung des Kochſalzes mit Schwefelſäure, wodurch ſich ſchwefelſaures Natron bildet und ſich Salzſäure entwickelt.

Die Operation findet in Oefen ſtatt, welche in zwei Abtheilungen geſchieden ſind; die Reaction beginnt in der erſten, cuvette genannt, und wird in der zweiten, sole à calciner, vollendet. In beiden Abtheilungen, beſonders aber in der Cuvette, erzeugen ſich große Quantitäten Salzſäure, welche der Condenſation ausgeſetzt werden müſſen.

Wir werden zuvörderſt die verſchiedenen Syſteme von Oefen und demnächſt die in den Fabriken angewendeten Condenſationsapparate oder einige von denen, deren man ſich früher bedient hat, beſchreiben.

Die Oefen, welche man zur Darſtellung des ſchwefelſauren Natrons benutzt, ſind dreierlei Art, nämlich einfache Oefen mit einer einzigen Cuvette, Doppelöfen mit zwei Cuvetten, und Muffelöfen oder Oefen mit doppeltem Gewölbe. In Fig. 1—5 (Blatt **735**) iſt die Anordnung von einem dieſer Oefen dargeſtellt. Die Cuvette C iſt von Blei und ſitzt auf einer gußeiſernen Platte von beiläufig $0^m03$ Stärke; an den Mauern iſt ſie durch bleierne Klauen z befeſtigt und bedeckt iſt ſie mit einem gemauerten Gewölbe. Jede der beiden entgegengeſetzten Mauern hat eine Oeffnung, die eine äußere m, die andere innere d mit dem Regiſter x, durch das man die Cuvette mit dem Calcinirraum in Verbindung ſetzen kann. Ein Rumpf h dient zum Aufgeben des Salzes, das man in die Cuvette fallen läßt, indem man das Regiſter v öffnet. Manchmal iſt dieſer Rumpf nicht vorhanden und das Aufgeben des Salzes geſchieht durch eine der Thüren. Die Schwefelſäure wird von einem geeichten Behälter durch ein bleiernes Rohr g eingeführt. Die ſauren Dämpfe, die ſich in der Cuvette bilden, entweichen durch zwei ſteinzeugene Röhren l von beiläufig $0^m255$ Durchmeſſer, welche ſie zu den Condenſationsapparaten leiten.

Der zweite Theil des Sulphatofens, der Calcinirraum B, hat außer der Oeffnung d zwei andere zum Durchſtecken des Spatels des Arbeiters, wenn er die Maſſe bearbeitet. Vor einer der Arbeitsthüren iſt an der Sohle eine viereckige Oeffnung H von $0^m15$ in Quadrat angebracht, welche man am Ende jeder Operation öffnet, um das gewonnene Sulphat in einen Behälter p fallen zu laſſen, der mit einer blechernen Platte geſchloſſen iſt.

Die Feuerung A iſt an einer Seite des Ofens angebracht; indem die Flamme den Roſt verläßt, geht ſie über die Feuerbrücke b, beſpielt unmittelbar die Sohle des Calcinirraumes, entweicht durch eine Rinne q, die in einem Winkel der Sohle angebracht iſt, geht unter der Cuvette durch, indem ſie durch eine Oeffnung der Scheidewand r ſtreicht, zieht ſich durch einen kleinen Kanal S in den Hauptkanal des Sulphatofens und erreicht von dort den großen Schornſtein nach dem Durchgang durch den Condenſator.

Gang der Operation. — Um das Beſetzen der Cuvette oder Pfanne mit Salz zu bewirken, bringt der Arbeiter das letztere zum Fuß des Ofens und wirft es mit der Schaufel in den Rumpf; dann läßt er die Säure fließen und demnächſt durch Oeffnen der Klappe des Rumpfes das Salz fallen. Unmittelbar darauf wird die Miſchung umgerührt, und die Oeffnung m wird genau geſchloſſen. Dieſe verſchiedenen Hantirungen erfordern ungefähr eine halbe Stunde.

In einer anderen Fabrik wird das Aufgeben des Salzes auf eine etwas andere Art bewirkt; man läßt nämlich zuerſt die Schwefelſäure einfließen, und wenn dieſe den Boden der Pfanne beiläufig $0^m02$ hoch bedeckt, bringt man das Salz durch eine der Ofenthüren mittels einer Schaufel ein. Hierbei ſind zwei Arbeiter einige Minuten beſchäftigt, und um ſich vor den ſauren Dämpfen zu ſchützen, brauchen ſie die Vorſicht, das Salz ſo aufzuhäufen, daß die Oeffnung gewiſſermaßen geſchloſſen wird; jede Schaufel voll Salz erſetzt durch Hineinſchieben die vorhergehende.

Bei jeder Operation verwendet man das Salz und die Schwefelſäure in Quantitäten, welche in den verſchiedenen Fabriken variiren; bald gibt man 300 Kilogr. Salz und 325 Kilogr. Säure von 60°, bald 351 Kilogr. Salz bei 380 bis 390 Kilogr. Säure auf, und endlich betragen dieſe Oefen 400 Kilogr. Salz und 440 bis 460 Kilogr. Säure.

Digitized by Google

Nach Verlauf von etwa ſechs bis acht Stunden oder vielmehr, wenn das durch die Reaction der Schwefelſäure auf das Kochſalz erzeugte Aufbrauſen aufgehört hat und die Maſſe, welche ſich durch die Entwicklung des ſalzſauren Gaſes anfänglich bedeutend aufblähete, wieder in die Pfanne zurückgetreten iſt, durchſchneidet man ſie auf der Sohle des Calcinirraumes, zu welchem Zweck der Arbeiter die Thür m öffnet und das die Thür d ſchließende Regiſter x hebt; mit einer Art von hohler Schaufel oder einem Löffel ergreift er das teigartige Product und ſchöpft es nach dem Calcinirraum über, womit die Zerſetzung vollendet wird; die Maſſe körnt ſich und man rührt ſie nun mehrmals mit einem Spatel um. Nach Verlauf von drei bis vier Stunden nimmt man das gebildete Sulphat weg und läßt es mittels einer Krücke durch die Oeffnung U in den Abkühlungsraum p fallen.

Wenn dieſer Abkühlungsraum genau geſchloſſen iſt, ſo entſteht in dem Atelier keine Ausdünſtung in dem Moment, wo man das Sulphat von der Calcinirſohle wegnimmt. Bei dem Transport des Sulphats, welcher einige Zeit nach dem Herausnehmen aus dem Ofen ſtattfindet, entwickeln ſich mehr oder minder ſaure Dämpfe, welchem Uebelſtande man aber leicht vorbeugen kann, wenn man die Maſſe vor dem Herausnehmen aus dem Behälter vollſtändig abkühlen läßt und ſie in einen kleinen Wagen ſchafft, welcher vor den Raum p geſtellt und gut geſchloſſen herausgezogen wird, worauf man ihn an einen paſſenden Ort bringt, wo die vollſtändige Abkühlung des Sulphats vor ſich gehen kann.

Nach einem mehrjährigen Durchſchnitt werden von 100 Kilogramm Salz in den verſchiedenen Syſtemen von Oefen 102 bis 113 Kilogr. Sulphat erzeugt.

Doppelofen. — Ein doppelter Ofen (Fig. 6 bis 10 Blatt 735) beſteht aus zwei zur Seite liegenden Abtheilungen für die Cuvetten B, einem Calcinirraum A und einer Feuerung C. Jede Cuvette hat zwei Oeffnungen aa, von denen die eine ſeitwärts zum Aufgeben des Materials und zum Ueberfüllen desſelben in den Calcinirofen dient, während die andere mit einem Regiſter f verſehene der vorigen gegenüber angebracht iſt und den Zweck hat die Cuvette mit dem Calcinirraum in Verbindung zu ſetzen.

In dieſem Ofen befindet ſich ebenfalls in dem Gewölbe über jeder Cuvette ein Rohr d von Steinzeug zum Abzug der ſauren Dämpfe, und ein anderes bleiernes Rohr zur Herbeiführung der Schwefelſäure.

Nachdem die Flamme von der Feuerung über die Calcinirſohle geſtrichen, tritt ſie durch die beiden Seitenröhren b unter die Cuvetten und von dort durch zwei andere Röhren e' in den Kanal, der mit dem Schornſtein in Verbindung ſteht. Die beiden Regiſter f' dienen zur Regulirung des Zuges.

Wie bei dem einfachen Ofen beſteht an dem vorderen Theil und nächſt der Thür des Calcinirraumes eine Oeffnung g zum Herabfallen des Sulphats in den Behälter h unter dem Ofen, wo es ſich abkühlt, bevor es in das Magazin geſchafft wird. In Fig. 6 bemerkt man eine Anſicht des Ofens mit dem Behälter h. Weiter oben haben wir geſehen, welche Verbeſſerungen an dieſem Theile des Apparats eingeführt werden können, um die Uebelſtände zu beſeitigen, welche durch das Ausnehmen des Sulphats entſtehen.

Der Vorgang bei der Operation und die Dauer derſelben in der Cuvette und in dem Calcinirofen ſind ganz gleich mit denen bei den einfachen Oefen. Man beſetzt jede Cuvette mit 300 Kilogr. Salz und 330 Kilogr. Säure von 60° auf dieſelbe Weiſe wie oben angegeben wurde.

Der Vortheil der Doppelöfen gegen den einfachen Ofen iſt leicht einzuſehen. Da die Operation in der Cuvette ſechs bis acht Stunden dauert, während die im Calcinirraum in drei bis vier Stunden beendigt iſt, ſo iſt der letztere bei den einfachen Oefen oft unthätig, und um dieſem Uebelſtand vorzubeugen, hat man Oefen mit zwei Cuvetten conſtruirt.

Muffelöfen oder Oefen mit doppeltem Gewölbe. — Wir werden nacheinander zwei ſolche Oefen darſtellen. Der erſte in der Fabrik zu Floreffe iſt in Fig. 11 und 12 gezeichnet; er beſteht aus den zwei bleiernen Pfannen B und dem Calcinirraum A; die beiden Feuerungen C und D erwärmen die Calcinirſohle und die beiden Cuvetten, von denen jede mit der erſteren in Verbindung ſteht und ebenfalls an der Außenſeite eine Oeffnung hat, durch welche der Arbeiter mit der hohlen Schaufel das Salz in die Cuvetten führt. Außer dieſen Oeffnungen iſt eine dritte, die nur zum Zuſammenhäufen der Maſſe dient, um ſie dann auf die Calcinirſohle überſchöpfen zu können. Dieſe Arbeit iſt beſonders für die linke Cuvette nothwendig, deren Oeffnung, welche der Oeffnung gegenüber liegt, wodurch die Verbindung mit der Calcinirſohle hergeſtellt wird, an einem Ende dieſer Cuvette angebracht iſt.

Um die Maſſe umzurühren und das Ausnehmen des Sulphats zu bewirken, iſt die Calcinirſohle mit zwei Oeff-

Digitized by Google

nungen verſehen worden; ſie dienen abwechſelnd dazu, um das gewonnene Product durch eine am Vordertheil dieſer Sohle angebrachte Oeffnung in den Behälter oder Dämpfer Z fallen zu laſſen.

Das aus den Cuvetten kommende ſaure Gas, ſo wie auch das, welches ſich bei der Calcination entwickelt und bei dieſem Ofenſyſtem von den Verbrennungsproducten getrennt iſt, ſtrömen durch den gemauerten Kanal E'' und durch die ſteinzeugenen Röhren E in den Condenſationsapparat.

Gang der Operation. — Um die Cuvette zu beſetzen, läßt man zuvörderſt die aus einem geeichten Reſervoir N kommende Schwefelſäure einfließen; während dieſer Zeit bringt der Arbeiter das Salz herbei und ſetzt es am Fuße des Ofens ab, bringt es dann mit der Schaufel durch die Seitenthür, wobei er ſich von einem andern Arbeiter helfen läßt, und ſchließt dann die Thüren mittels Lutirung. Jedes Beſetzen erfordert ungefähr 15 Minuten.

Wenn die Maſſe übergeſchöpft werden kann, ſo ſtellt der Arbeiter eine Lampe in eine kleine zwiſchen den beiden Thüren angebrachte Niſche, um das Innere des Ofens zu beleuchten; dann macht er mittels einer hohlen Schaufel die Ueberſchöpfung der Maſſe nach der Calcinirſohle auf die gewöhnliche Weiſe.

In jede Cuvette dieſes Ofens bringt man 350 Kilogr. Salz und 390 Kilogrammes Schwefelſäure von 60°. Die Operation dauert zehn bis zwölf Stunden in der Cuvette und vier bis ſechs Stunden auf der Calcinirſohle. Man macht alſo gewöhnlich in den beiden Cuvetten vier Operationen in 24 Stunden, doch kann man auch in derſelben Zeit deren fünf vollbringen. —

Eine andere Anordnung des Ofens mit doppeltem Gewölbe wurde in der Fabrik zu Riſle ausgeführt, die in Fig. 1—3 (Blatt 736) dargeſtellt iſt. Dieſer Ofen iſt aus hohlen Ziegeln erbaut, die nach Fig. 4 bis 9 geformt und miteinander verbunden ſind.

Indem die Flamme die Feuerung e verläßt, geht ſie gleichzeitig über und unter die Muffel A, die zur Calcination dient, und ſtrömt dann unter die beiden Cuvetten B.

Die Arbeitsthüren a der Calcinirſohle ſind mit einer beſonderen Art von Verſchluß verſehen, der aus den Fig. 10 und 11 erſichtlich iſt.

Das gewonnene Product fällt in den Behälter oder Dämpfer d.

Bei jeder Operation verwendet man 250 Kilogr. Salz und 260 bis 270 Kilogr. Schwefelſäure von 60°.

Die Operation dauert beiläufig vier Stunden in jeder Cuvette; die Calcination macht ſich in drei bis vier Stunden; nichtsdeſtoweniger macht man in beiden Cuvetten nur fünf bis ſechs Operationen in 24 Stunden, weil man nur abwechſelnd mit beiden arbeitet. Ein Regiſter hat den Zweck die Verbrennungsproducte unter der in Thätigkeit ſtehenden Cuvette durchgehen zu laſſen. Der Grund zu dieſer abwechſelnden Arbeit liegt darin, daß der Vorgang in beiden Cuvetten für die einzige Calcinirſohle zu ſchnell iſt.

Es iſt zu bemerken, daß dieſer Muffelofen, ganz im Gegentheil von dem, was gewöhnlich ſtattfindet, weniger Brennmaterial gebraucht als die alten Oefen, und dennoch ſind ſeine Wände rothglühend, ſo daß der Arbeiter die Maſſe umſchöpfen kann, ohne das Innere des Ofens mit einer Lampe zu beleuchten, wie in der Fabrik zu Floreffe.

Apparate zur Condenſation des ſalzſauren Gaſes. — Die Apparate dieſer Art beſtehen gewöhnlich aus einer Reihe von Flaſchen, bombonnes, mit einem Condenſator. Die von den Cuvetten kommenden ſauren Dämpfe ſtrömen nach und nach durch die Flaſchen und den Condenſator; die Gaſe aber, welche während der Calcination entſtehen, werden auf verſchiedene Weiſe abſorbirt, je nachdem man ſich der Oefen mit doppeltem Gewölbe, oder der Oefen des alten Syſtems, der einfachen oder doppelten, bedient.

Bei den Oefen mit doppeltem Gewölbe gehen die von der Calcinirſohle kommenden Dämpfe durch Condenſationsapparate, welche denen für die Gaſe von den Cuvetten ähnlich ſind. Bei den alten Oefen dagegen begeben ſich die Gaſe, welche von der Calcinirſohle entweichen, und welche mit einem beträchtlichen Volum von gasartigen aus der Feuerung kommenden Producten gemiſcht ſind, direct in den Condenſator, ohne die Flaſchen zu berühren. In Anvelais aber werden die ſauren Dämpfe, die ſich während der Calcination bilden, keinem Condenſationsmittel unterworfen und ſtrömen unmittelbar in den Schornſtein der Fabrik.

Fabrik in Riſle. — Der in dieſer Fabrik ſeit 1847 angewendete Condenſationsapparat beſteht:

1. aus einem unterirdiſchen Kanal von 300m0 Länge, in den ein Waſſerſtrom fließt, um die Temperatur der Gaſe zu mildern und ſie zum Theil zu condenſiren;

2. aus einem großen 13m0 hohen Thurm von Ziegeln, der zum Theil mit Stücken gutgebrannter Ziegel ausgefüllt war, die von Hölzern getragen wurden; Waſſer, das in Regenform durch den obern Theil fällt, wurde durch Ziegelſtücke getheilt und trug dazu bei, die Gaſe zu condenſiren,

Digitized by Google

welche gezwungen waren, in einer der Richtung des Waſſers entgegengeſetzten Richtung zu ſtrömen;

3. aus einem horizontalen Kanal von 60m0 Länge, worin Kalkſteinblöcke aufgeſtellt waren, um das ſalzſaure Gas zu zerſetzen, das in dem Thurm nicht condenſirt worden war;

4. aus einem mit dem Schornſtein der Fabrik in Verbindung ſtehenden Kanal.

Das Gas ſtrömte zuvörderſt in den unterirdiſchen 300m0 langen Kanal, ſtieg dann in den Thurm, gelangte in den mit Kalkſtein gefüllten Kanal und endlich in den Schornſtein.

Nach der Erklärung des Directors der Fabrik Risle wurde die Anwendung des Kalkſteins aufgegeben, weil damit ein beträchtlicher Arbeitslohn verbunden war und die Abfälle von dem Kalkſtein nur mit Schwierigkeit aus dem Kanal genommen werden konnten.

Im Monat Oktober 1852 wurde jeder Sulphatthurm mit einer Reihe von 58 Bombonnes verſehen. Nachdem das Gas durch dieſelben geſtrömt, gelangte es in einen unterirdiſchen Kanal von beiläufig 60m0 Länge und ſtieg dann in einem Schacht von 1m0 Durchmeſſer und etwa 7m50 Höhe auf, deſſen oberer Theil mit einer mit vielen kleinen Löchern verſehenen Bleiplatte von 1m0 Durchmeſſer geſchloſſen war; auf dieſe Platte fiel ein beſtändiger Waſſerſtrom in Regenform. Von dieſem Schacht gingen die Dämpfe durch einen geneigten Kanal von beiläufig 100m0 Länge in den hohen Schornſtein der Fabrik.

Dieſer Condenſationsapparat war in jener Epoche auch für die ſauren Dämpfe beſtimmt, die durch die Fabrication der Schwefelſäure in den Bleikammern entſtehen.

Jetzt angewendete Condenſationsmittel. — Die von den Cuvetten und dem Calcinirraum des Ofens mit doppeltem Gewölbe ausgehenden Gaſe ſtrömen beziehungsweiſe durch eine Reihe von hufeiſenförmig aufgeſtellten Flaſchen. Fig. 12 und 13 (Blatt 736) zeigen die Anordnung eines einfachen Ofens, die der Flaſchen, und die Richtung, welcher die gasartigen Producte folgen um von einer zur andern überzugehen.

Vor dem Jahre 1854 waren die Flaſchen auf folgende Weiſe vertheilt.

| | | |
|---|---|---|
| Ofen Nr. 1 | . . . . . | 39 Flaſchen |
| „ „ 2 | . . . . . | 47 „ |
| „ „ 3 | . . . . . | 53 „ |
| „ „ 4 | . . . . . | 50 „ |
| „ „ 5 | . . . . . | 41 „ |

Einige Zeit nachher vermehrte man dieſe Anzahl, welche jetzt die folgende iſt:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Ofen Nr. 1 | 39 Flaſchen | | |
| „ „ 2 | 55 „ | | |
| „ „ 3 | 77 „ | 61 für die Cuvetten<br>16 für den Calcinirraum | |
| „ „ 4 | 58 „ | | |
| „ „ 5 | 41 „ | | |

Früher that man kein Waſſer in die Flaſchen; das von der Cuvette ſich entwickelnde und von den ſauren Dämpfen mit fortgeriſſene Waſſer trug allein zu ihrer Condenſation bei. Im Jahre 1855 aber füllte man jede Flaſche mit etwa 20 Liter Waſſer.

Die Arbeiter werden nach der Quantität Säure, welche ſie ſammeln, bezahlt. Es wurde auf folgende Weiſe mit den Bombonnes gearbeitet. Am Morgen waren die Arbeiter damit beſchäftigt, die am vorigen Tage gefüllten Glasballons (dames-jeannes) zu lutiren und an ihrer Statt diejenigen einzuſetzen, welche an dieſem Tage gefüllt werden ſollten. Gegen zwei oder drei Uhr bezeichnete ein Arbeiter die Bombonnes, in denen er mit Hülfe eines Ringes eine hinreichende Quantität Säure erkannt, um einen Glasballon zu füllen. Nachdem er die Anzahl der erforderlichen Bouteillen gezählt, bringt er ſie zu den Bombonnes, wobei er von zwei Arbeitern unterſtützt wird. Die Siphonage wurde ſofort begonnen; ein Arbeiter vollzog dieſe Operation bei den erſten Bombonnes, während ein zweiter damit beſchäftigt war, die drei letzten jeder Reihe zu ſiphoniren und die daraus entnommene 10 bis 11 Grad zeigende Säure in die erſten Bombonnes zurückzuführen. Der dritte Arbeiter wurde dazu benutzt, Waſſer in Krügen von beiläufig 10 Litern herbeizuſchaffen; er goß davon zwei in die letzten Bombonnes, um die daraus entnommene Säure zu erſetzen. Um 6 Uhr Abends war dieſe Arbeit noch nicht beendigt.

Dieſe Arbeitsmethode iſt langwierig und mangelhaft und kann nicht als ein regelmäßiges Syſtem betrachtet werden; auch bemerkte man bei einem ſpäteren Beſuche in derſelben Fabrik, daß man damit aufgehört habe, Waſſer in die Bombonnes zu gießen.

Condenſator. — Derſelbe beſteht aus drei Schachten oder gemauerten Säulen, welche ganz leer ſind und verſchiedene Tiefen haben. Die erſte Säule, durch welche die Gaſe ankommen, hat eine Tiefe von 3m25, die zweite von 3m20 und die dritte von 4m45. An ihrem obern Theile haben dieſe Säulen Deckel mit Löchern, welche das Waſſer

Digitized by Google

aufnehmen, das von den Bleiröhren herbeigeführt wird, von denen jede 0m045 im Durchmeſſer hat.

Die ſauren Gaſe, welche von den Calcinirräumen der einfachen Oefen aufſteigen, ſo wie auch die, welche bei der Condenſation in den Bombonnes entweichen, gelangen in einen Kanal, durchſtreichen nach und nach die drei Säulen und ſtrömen dann in den Schornſtein der Fabrik.

Das Waſſer, welches eine gewiſſe Quantität Gas condenſirt hat, ergießt ſich in einen kleinen Bach.

Der Condenſationsapparat der Fabrik von Floreffe, wie er bis zum Jahre 1855 angewendet wurde, iſt in Fig. 1—6 (Blatt 737) dargeſtellt.

Die aus dem Sulphatofen A entweichenden Gaſe ſtrömten mittels eines Rohres B durch drei parallele Reihen von je 10 Bombonnes C, die auf einer ſchiefen Ebene aufgeſtellt waren und unter ſich durch Heberröhren in Verbindung ſtanden, welche die Flüſſigkeit von dem Boden der einen aufnahmen, um ſie an die Oberfläche derjenigen Flüſſigkeit zu leiten, welche in der daneben ſtehenden untern enthalten war. Die Bombonne, welche den tiefſten Punkt der geneigten Ebene einnahm, lieferte die Säure für den Handel, während die an der höchſten Stelle ſtehende fortwährend einen Waſſerſtrom aufnahm.

Die ſauren Dämpfe folgten einer Richtung, welche derjenigen der Flüſſigkeit entgegengeſetzt war. Beim Austritt aus den Bombonnes gelangten dieſe Gaſe durch die Kammern D in einen Kanal E, der in Verbindung ſtand mit den Taucherglocken oder dem pneumatiſchen Apparat F. Beim Austritt aus dieſen Glocken wurden ſie in die ſteinzeugenen Säulen G gedrückt, die mit einem Diaphragma verſehen waren, auf welchem Kohks lagen, welche beſtändig mit Waſſer benetzt wurden. Verließen nun die Dämpfe dieſe Säulen, ſo gingen ſie in eine hölzerne getheerte Leitung I und gelangten durch einen Kanal K in drei parallele Reihen L von je 16 Bombonnes, welche ſtufenweiſe aufgeſtellt und wie die vorigen unter ſich verbunden waren. Von hier ſtrömten die Gaſe in eine Kammer M, die mit Kalkſteinſtücken gefüllt war, welche mit Waſſer benetzt wurden, das durch ein Rohr N beſtändig herbeifloß; endlich zogen ſie durch einen unterirdiſchen Kanal P in den großen Schornſtein der Fabrik.

Die ſchwierige Unterhaltung dieſes Apparates war die hauptſächlichſte Urſache, daß man ihn aufgab.

Der neue Condenſationsapparat, der im Jahre 1855 hergeſtellt wurde, war für den Ofen mit doppeltem Gewölbe beſtimmt, der in jener Zeit allein in Thätigkeit war; ſeitdem ſind noch zwei andere Oefen nach demſelben Syſtem errichtet worden, wovon jeder mit einem beſonderen Condenſationsapparat verſehen iſt, den man auf dieſelbe Weiſe conſtruirte wie den beſchriebenen und in Fig. 12 und 13 (Blatt 735) dargeſtellten.

Dieſer Condenſator beſteht aus einem gemauerten Pfeiler F mit zwei Abtheilungen G und einer ſteinzeugenen Säule L. Dieſe mit Kohks angefüllten Pfeiler nehmen an ihrem obern Theil einen Waſſerſtrom auf, der in einer Röhre H herbeigeführt wird, die mit drei Vertheilungsröhren in Verbindung ſteht. Von dieſen drei Röhren iſt diejenige, welche zur Speiſung der ſteigenden Strömung dient, allein mit einem Hahn verſehen, um den Abfluß zu reguliren und die Salzſäure nach dem Grade zu gewinnen, wie es im Handel üblich iſt.

Thönerne Röhren E führen das aus den Cuvetten kommende Gas in eine der beiden Reihen E', wovon jede drei Bombonnes enthält und auf eine ſchiefe Fläche geſtellt iſt; ſie ſtehen in Verbindung mit dem untern Theil der erſten gemauerten Säule oder der Säule mit aufſteigendem Strome.

Eine andere horizontale Leitung führt das im Calcinirraum erzeugte Gas in die ſteinzeugen Säule L, die an den obern Theil der Säule mit abfallendem Strome ſtößt.

An dem obern Theil dieſer letzten Säule endlich befindet ſich ein bleierner Trog M von beiläufig 0m60 in Quadrat, welcher Kalk enthält. Früher verwendete man 64 Kilogr. Kalk in 24 Stunden, hat aber jetzt den Gebrauch desſelben aufgegeben.

Gang des Apparats. — Nachdem ſich der Waſſerſtrom durch die in der Säule mit aufſteigender Strömung befindlichen Kohks zertheilt, gelangt er in eine der beiden Reihen von drei Bombonnes, geht nach und nach von einer zur andern mittels Seitenröhren, die bis auf den Boden einer jeden reichen, und gelangt endlich in eine Bombonne K, wo die Flüſſigkeit als für den Handel beſtimmte Salzſäure ausgehoben wird.

Nachdem das in der ſteinzeugenen Säule L ſtrömende Waſſer aufgefangen worden, wird es in den Fluß geleitet; dasjenige, welches von der Säule mit fallender Strömung abfließt, ſtrömt durch einen Kanal I in die Sambre.

Die ſauren Dämpfe von den Cuvetten gelangen, nachdem ſie durch die Bombonnes geſtrömt, durch den untern Theil in die Säule mit aufwärtigem Strome, dann in die mit abwärtigem Strome, um dann in einem Kanal J nach dem Schornſtein überzugehen.

Digitized by Google

Das Gas von der Calcination gelangt in die ſteinzeugene Röhre L, demnächſt in die Säule mit abwärtigem Strome, wo ſich alſo die Gaſe der Cuvetten und des Calcinirraumes vereinigen.

Fabrik in Mouſtier. — Das erſte in dieſer Fabrik angewendete Condenſationsſyſtem beſtand aus einer Reihe von ungefähr 40 Bombonnes für jede Cuvette und aus einer andern Reihe von 20 Bombonnes für jede Calcinirſohle.

Im Jahre 1854 begann man die Erbauung großer Kanäle, in denen das Waſſer in umgekehrter Richtung der von der Calcination kommenden Gaſe circulirte; ſeit dem Monat Juli 1855 aber wurde ein Theil dieſer Kanäle beſeitigt und man nahm das Syſtem an, welches im Moment unſeres Beſuches in Thätigkeit war. Es arbeiteten in jener Epoche drei einfache Oefen.

Das ſalzſaure Gas von jeder Cuvette wird in eine Reihe von ſteinzeugenen Bombonnes geleitet, welche horizontal geſtellt ſind. Im Monat September 1855 hatte man für jeden Ofen 40 Bombonnes; ſeitdem iſt aber die Anzahl derſelben auf 60 geſtiegen.

Nachdem die Gaſe der verſchiedenen Cuvetten ihren Weg durch die Bombonnes zurückgelegt, gelangen ſie zu dem Condenſator durch eine mit thönernen Regiſtern verſehene Leitung; nach demſelben Condenſator ſtrömen direct die ſauren Dämpfe, die an der Calcinirſohle entſtehen und welche, wie wir vorher bemerkten, mit den durch die Verbrennung entſtehenden Gaſen vermiſcht werden.

Der in Fig. 7 und 8 (Blatt 737) dargeſtellte Condenſator beſteht aus zwei parallelen Kanälen A und B, die in verſchiedenen Niveaux liegen; ſie ſind gemauert und mit Sandſteinplatten geſchloſſen, haben 13m 75 Länge, 0m 80 Breite; 1m 75 Tiefe, und ſind getrennt durch einen Raum von 8m 50, auf welchem 12 Reihen Bombonnes ſtehen, deren jede fünf Paar bildet. Die Bombonnes ſind unter ſich verbunden an ihrem oberen Theile mittels Knieröhren H und unten durch die kleinen Röhren K. Außerdem ſtehen die letzten Bombonnes jeder Reihe in Verbindung mit zwei Kanälen durch gekrümmte Röhren O. An der höchſten Stelle der ſchiefen Ebene befindet ſich ein bleiernes Rohr CD zur Speiſung der Bombonnes mit Waſſer durch ein Zweigrohr für jede Reihe. Ein anderes kleineres Rohr an dem obern Theile des Kanals B läßt einen Waſſerſtrom in dieſen Kanal fließen. Das Rohr T führt Dampf in den untern Kanal A, und endlich hat ein Kanal EF die Beſtimmung zum Abfluß des ſauren Waſſers nach der Sambre.

Gang des Apparats. — Die ſauren Dämpfe der Calcination, gemiſcht mit den Verbrennungsproducten, ſo wie die der Cuvetten, welche von der Condenſation in den Bombonnes entwichen ſind, gelangen in den untern Kanal A; gleichzeitig und an demſelben Punkt dieſes Kanals kommt der Waſſerdampf an. Dieſe gasartige Miſchung vertheilt ſich unter die Reihen der Bombonnes und ſtrömt in den Kanal B, der es dann in den Schornſtein leitet. Auf dieſem Wege fließt Waſſer aus der Röhre CD in eine Bombonne nach der andern und folgt alſo einer Richtung, die der der Dämpfe entgegengeſetzt iſt, und trägt auf ſeinem Wege zur Erzeugung der Condenſation bei; endlich gelangt dieſes Waſſer in den Kanal E F, der es zum Fluſſe leitet.

Fabrik in Auvelais. — Hier ſind zwei Doppelöfen in Thätigkeit. Jede Cuvette ſteht in Verbindung mit einer Reihe von 36 Bombonnes, deren jede mit beiläufig 30 Litern Waſſer gefüllt wird. Sie werden alle Tage ſiphonirt; die drei erſten jeder Reihe müſſen ſelbſt alle Tage zweimal, Morgens und Abends, abgezogen werden. Die mit der Siphonage beſchäftigten Arbeiter werden nach der von ihnen geſammelten Quantität der für den Handel beſtimmten Salzſäure bezahlt.

Der Condenſator wird zu dem Zweck angewendet, die aus den Cuvetten kommende und aus den Bombonnes entwichene ſalzſauren Gaſe zu condenſiren.

Die ſauren Dämpfe der Calcination werden keiner Condenſation unterworfen und ſtrömen unmittelbar nach dem Schornſtein.

In Fig. 9 und 10 (Blatt 737) iſt der Condenſator dargeſtellt. Er beſteht aus acht bleiernen Säulen, wovon die vier mit A bezeichneten mit niedergehendem Strom und die vier mit B bezeichneten mit aufwärtsgehendem Strom. Dieſe Säulen ſtehen in bleiernen Trögen E, die mit Schnauzen e zum Abfluß der Feuchtigkeit verſehen ſind.

Durch eine Röhre T an dem obern Theile des Apparats wird von einem Reſervoir Waſſer herbeigeführt und mittels der Zweigröhren t auf die vier Säulen A vertheilt. Dieſe Zweigröhren ſind mit Hähnen m verſehen, um die Vertheilung des Waſſers zu reguliren, das durch die Brauſen d in die Säulen fällt.

Durch den untern Theil der vier Säulen B ſpritzt man mittels eines Rohres S und die vier Zweigröhren s Dampf in die Säulen ein.

Die ſauren Dämpfe, welche durch ein Rohr C herbeigeführt werden, ſtreichen nach und nach durch die verſchiede-



Digitized by Google

nen Säulen und ſtrömen in einen gemauerten Kanal K, der ſie zum Schornſtein führt.

Die Flüſſigkeit fließt durch die Einſchnitte f in die Tröge, dann in den Kanal g und von dort in einen Senkbrunnen.

Dieſer Condenſationsapparat befindet ſich in ſehr ſchlechtem Zuſtande und es mußten häufig Reparaturen daran vorgenommen werden.

## II. Fabrication des chlorſauren Kalks.

Die Darſtellung des chlorſauren Kalks findet in Belgien nur in zwei Fabriken ſtatt, nämlich in Mouſtier und in Floreffe; er wird nur in unbeſtimmten Zeiten und nach Bedürfniß fabricirt.

Das Chlor, welches beſtimmt iſt, auf den Kalk zu reagiren, wird erzeugt, indem man Braunſtein mit Salzſäure behandelt. Dieſe Operation wird in gläſernen oder ſteinzeugenen Ballons oder Kolben von etwa 70 bis 80 Liter Inhalt vorgenommen, welche entweder im Sandbade oder mittels Waſſer erwärmt werden, in das ein Dampfſtrahl geleitet wird.

In Fig. 11 bis 15 (Blatt 737) iſt ein Apparat zur Anfertigung des chlorſauren Kalks dargeſtellt. Eine Feuerung a erhitzt vier Kolben, von denen jeder in ein Gefäß f geſtellt iſt, und an deſſen Anſatzröhre ein Knierohr (Fig. 15) angeſetzt wird. Dieſe verſchiedenen Röhren enden mit den kurzen Röhren m an ein weiteres Rohr l, welches das Chlorgas entweder zuerſt in ein Waſſer enthaltendes Gefäß führt, um es zu waſchen, oder durch das Rohr p direct in die Kammer leitet, um es zur Darſtellung des chlorſauren Kalks zu benutzen.

Dieſe Kammer iſt von Sandſtein oder aus Mauerwerk errichtet; ſie hat eine Höhe von 2m0, eine Breite von 3m0 und eine eben ſolche Tiefe. In der Kammer ſind Geſtelle zum Auflegen des gelöſchten Kalkes, der in gleichförmigen Schichten von etwa 0m04 Stärke vertheilt wird.

Manchmal iſt die Kammer in Abtheilungen geſchieden, welche miteinander in Verbindung ſtehen.

In der Regel läßt man die Salzſäure auf den Braunſtein bei gewöhnlicher Temperatur einige Stunden reagiren; dann wird beiläufig 12 Stunden lang erhitzt.

Der gewonnene Chlorkalk wird unmittelbar in Tonnen gebracht; eine Operation, welche mit einer Entbindung des Chlors verbunden iſt und gleichzeitig einen von der erzeugten Chlorüre kommenden Staub entwickelt.

Wenn die Kolben vollſtändig abgekühlt ſind, ſo beſeitigt man die Abfälle der Operation, was ebenfalls zu einer Entbindung des Chlors Veranlaſſung gibt. In Floreffe leert man die Kolben, ohne daß ein Uebelſtand damit verbunden wäre, wenn man dabei auf folgende Weiſe verfährt. Wenn die Kolben abgekühlt ſind, ſo ſetzt man ſie nebeneinander verkehrt über eine ſchiefe Fläche, die an einen mit einem Gitter verſehenen Kanal anſtößt; der flüſſige Theil fließt in den Kanal und von dort in den Fluß; die feſten Stoffe aber werden von dem Gitter zurückgehalten; man bringt ſie in Haufen und ſetzt ſie der Luft aus.

## III. Beſchreibung eines Apparates zur Darſtellung des Schwefelkohlenſtoffes auf wohlfeile Art und die Verwendung desſelben in der Induſtrie.

Erſt ſeit einigen Jahren iſt der Schwefelkohlenſtoff in der Induſtrie eingeführt worden; auch iſt die Anwendung desſelben jetzt noch ſehr beſchränkt, indeſſen wird er bei ſeinen Eigenſchaften in kurzer Zeit eine große Wichtigkeit gewinnen. Der Preis desſelben im Handel iſt noch ſehr groß, doch dürfte er durch Anwendung des nachſtehend beſchriebenen Apparates leicht auf die Hälfte des gegenwärtigen Preiſes (1 Franc pro Kilogr.) herabſinken.

Der in Fig. 16 und 17 (Blatt 736) und auf Seite 189 dargeſtellte Apparat beſteht:

1. aus dem Rumpf in Verbindung mit einem Mechanismus zum Aufgeben der Kohle;

2. aus dem Schwefelkaſten und ſeiner Vorrichtung zur Beſchickung;

3. aus einer horizontalen Röhre zur Ableitung der flüchtigen Theile, die ſich im Apparat entwickeln;

4. aus dem Condenſator mit dem Condenſationskaſten (F), worüber ſich eine ſenkrechte Röhre erhebt, welche das Condenſationswaſſer herbeiführt und gleichzeitig zur Ableitung der gasartigen und nicht condenſirbaren Producte dient; endlich

5. aus dem Waſſerkaſten I, der ſich in die erwähnte ſenkrechte Röhre ergießt, zu welchem Ende eine Brauſe angebracht iſt, die ſich in einer Glaslaterne befindet.

Der Rumpf des Apparats beſteht aus drei gußeiſernen Theilen, die miteinander feſt verbunden ſind. Der untere Theil iſt an ſeinem Fuße hermetiſch geſchloſſen und an einer Seite iſt eine Oeffnung zum Anſatz der ſchiefen Schwefelröhre angebracht; der mittlere Theil bildet nur eine Verlängerung und gibt dem Apparat eine größere

Digitized by Google

Räumlichkeit; das dritte mit dem zweiten ſich verbindende Stück hat zwei Oeffnungen, und zwar die eine zur Verbindung mit der aufgeſetzten Röhre und die zweite für das horizontale Rohr zur Abführung der ſich im Apparat entwickelnden flüchtigen Producte.

Dieſe drei gußeiſernen Theile ſind inwendig mit einer dünnen Schicht Cement angeſtrichen, der aus Thon und Borax beſteht; der letztere wird vorher mit zerſtoßenem Glaſe geſchmolzen, dann pulveriſirt und dem Thone beigemiſcht.

Der Rumpf des Apparats wird entweder mit Holz oder jedem andern Brennmaterial geheizt; die Feuerung dazu iſt aus feuerbeſtändigen Ziegeln conſtruirt.

Die ſenkrechte Verlängerungsröhre über dem dritten Stück des Rumpfes beſteht aus zwei Haupttheilen, wovon der eine feſt, der andere beweglich iſt; die bewegliche Röhre B nimmt den Kohlenſatz auf und ruht auf einer eiſernen oder blechernen Platte, die an den Seiten aufgebogene Falzen hat, um ſich mit einer andern an der feſten Röhre K befeſtigten Platte zu verbinden und auf derſelben ſich leicht zu bewegen. Mittels des Hebels M und mit einer horizontalen Bewegung läßt man die obere Platte über der untern in der Richtung des Umfanges eines Kreiſes gleiten, wovon die beiden Platten ein Segment ſind.

Auf dieſe Weiſe läßt ſich die Kohle in dem Rumpf des Apparats aufgeben, ohne daß die flüchtigen Theile entweichen können und ohne daß eine große Quantität atmoſphäriſcher Luft einzudringen vermag; auch iſt der Arbeiter bei dieſem ſehr einfachen Mechanismus außer aller Gefahr und hat gar keine Unbequemlichkeiten, denn wie man bemerkt, kann die die Kohle aufnehmende Röhre B von dem Rumpf des Apparats iſolirt werden während des Einſchüttens, welches dadurch bewirkt wird, daß man den Deckel C wegnimmt, und mittels der Verſchiebung der beiden Platten vermag man leicht die Röhre mit der unteren Röhre K in Verbindung zu bringen. (Seite 189.)

Die untere Platte iſt mit zwei Aufhaltern an ihren Enden verſehen, damit die obere Platte aus ihrem horizontalen Gange nicht entweichen kann.

Der den Schwefel enthaltende Kaſten O liegt in dem Mauerwerk des Ofens; er iſt quadratiſch und ſteht mit dem Rumpf des Apparates mittels der ſchiefen Röhre in Verbindung, die an dem untern Theile des letztern angegoſſen iſt. Der Schwefel wird durch eine koniſche Schraube eingelaſſen, die ſo conſtruirt iſt, daß mit dem Schwefel nicht auch Luft eindringen kann, oder daß die flüchtigen Theile entweichen.

Der Schwefel wird bloß durch die Wärme geſchloſſen, die ſich in der Feuerung entwickelt, welche den Rumpf des Apparates umſchließt. Die aus dem Rumpf entweichenden Producte ſind gasartig und werden durch die horizontale Röhre N zu dem Condenſator geleitet.

Der gußeiſerne Condenſator iſt cylindriſch und iſt in zwei gleiche Theile durch eine Wand geſchieden, die aber nicht bis zu dem Waſſer hinabreicht, das in dem Condenſationsgefäß enthalten iſt; die Abtheilung D nimmt die flüchtigen Theile des Schwefelkohlenſtoffes auf, die ſich condenſiren und am Boden des Gefäßes F anſammeln; die zweite Abtheilung G nimmt durch das ſenkrechte Rohr H das Condenſationswaſſer auf und hat auch die Beſtimmung den gasartigen und nicht condenſirbaren Producten, die ſich alsdann in der Röhre H erheben und von der Oeffnung h der gläſernen Laterne aufgenommen werden, Abzug zu verſchaffen. Der Schwefelkohlenſtoff wird am Boden des Gefäßes F mittels eines gläſernen Hebers geſammelt und ſofort auf breite Bouteillen von etwa 15 Kilogr. Schwefel gezogen, welcher mehr wiegt als Waſſer, und der Ueberreſt des Waſſers entweicht aus dem gedachten Gefäße durch den Hahn f.

Das Condenſationswaſſer iſt in dem Reſervoir J enthalten, von wo es in einer mit einem Hahn verſehenen Röhre durch eine Brauſe in eine Glaslaterne abfließt, um in das Condenſationsgefäß F durch die Röhre H zu fallen, wie bereits bemerkt wurde.

Mit einem Worte, um Schwefelkohlenſtoff zu erzeugen, gibt man die Kohle mittels der beweglichen Röhre B auf und überzeugt ſich davon, daß dieſer Kohlenſatz vollſtändig iſt, indem man das Innere des Rumpfes mit einem Eiſendraht unterſucht; dann zündet man den Ofen an und läßt die Hitze ſehr langſam zunehmen, ſo daß ſie erſt nach 6 bis 8 Stunden Rothglühhitze geworden iſt. Wenn dies geſchehen, ſo iſt der Schwefel in dem Kaſten O geſchmolzen und man kann ihn mittels der koniſchen Schraube in den Rumpf einlaſſen; die Quantität des eingelaſſenen Schwefels wird nach einem Viſirſtab bemeſſen. Bevor man aber den Schwefel einlaufen läßt, muß man darauf ſehen, daß der Hahn der Bewäſſerungsbrauſe geöffnet iſt, um im Condenſator die gehörige Kälte zu erhalten.

Man überzeugt ſich von dem zweckmäßigen Gange des Apparats: 1. durch die Quantität des Schwefelkohlenſtoffes, den man von dem Boden des unter dem Condenſator angebrachten Kaſtens mittels des erwähnten Hebers abzieht; dieſe Quantität muß mit dem in den Apparat eingelaſſenen



Digitized by Google

Schwefel in Verhältniß ſtehen; 2. durch die Qualität des Products, das eine hellgelbe Farbe haben muß; 3. dadurch, daß ſich in dem Condenſator keine Schwefelkruſten bilden; ſollte aber dieſer Uebelſtand ſtattfinden und er wäre nur durch die ſchlechte Führung der Arbeit entſtanden, ſo muß man die Kruſten beſeitigen, zu welchem Zweck man nur die Hand in das Waſſer des Gefäßes zu tauchen braucht, um ſie wegzunehmen, was ohne irgend eine Gefahr und ohne die geringſte Unterbrechung der Functionen des Apparats von Statten geht.

Wenn die Kohle nicht von guter Qualität iſt, ſo entwickeln ſich weiße Dämpfe, die ſich in der Glaslaterne bemerklich machen, worin die Waſſerbrauſe enthalten iſt.

Nachdem der Schwefelkohlenſtoff aus dem Apparat herausgenommen worden, wird er auf die gewöhnliche Weiſe deſtillirt.

Die Anwendung, die man in der Induſtrie von dem Schwefelkohlenſtoff machen kann, beruht hauptſächlich auf zwei Eigenſchaften, die ihm eigen ſind, und zwar:

1. ſeine auflöſende Kraft bei gewiſſen anorganiſchen und organiſchen Subſtanzen, von den erſtern z. B. Schwefel, Phosphor, Jod u. ſ. w., von den letztern flüchtige Oele, Fette und harzige Körper, ob ſie natürlich oder künſtlich ſeien;

2. die Eigenſchaft ſich bei einer Wärme von 48 Centigraden in elaſtiſche Dämpfe zu verflüchtigen.

Jod löſt ſich kalt in Schwefelkohlenſtoff ſehr gut auf und gibt ihm eine dunkelviolette Farbe, in welchem Zuſtande die Flüſſigkeit dem Alkohol für jene Thermometer, welche ſehr niedrige Temperaturen anzuzeigen haben, vorzuziehen iſt, weil ſich die färbende Maſſe (Jod) ſelbſt bei der größten Kälte nicht niederſchlägt und der Stoff bei einer Temperatur, wo ſich die Flüſſigkeit des Alkohols vermindert, vollkommen flüſſig, folglich beweglicher bleibt.

Phosphor löſt ſich kalt in Schwefelkohlenſtoff; die Löſung kann alsdann mit der Zündmaſſe der Zündhölzchen vermengt werden, und man erreicht dadurch den Vortheil, daß für die Arbeiter während der Fabrication keine Gefahr entſteht, daß ſich die für die Geſundheit ſo ſchädlichen Phosphordämpfe nicht entwickeln, weil das Sulfid, indem es ſich verflüchtigt, die Temperatur der Phosphormaſſe beinahe auf Null herabſtimmt, und endlich erzielt man eine Erſparniß an Phosphor.

Dem Kienruß kann man das in ihm enthaltene braune Harz nehmen, wodurch er ein ſchönes Schwarz, ein größeres Gewicht und gleichzeitig eine bedeutendere Theilbarkeit annimmt.

Wenn die Nadeln der Fichte und Tanne der Wirkung des Schwefelkohlenſtoffes ausgeſetzt werden, ſo entſteht ein dem Terpenthin ähnliches flüchtiges Oel. Der Abfall der Nadeln kann zur Anfertigung des gewöhnlichen Papiers verwendet werden.

Die ungebleichte Baumwolle erhält ihre gelbliche Farbe von einer harzartigen färbenden Subſtanz. Behandelt man ſie mit dem Kohlenſulfid, ſo befreit man ſie ſehr bald von dieſer harzigen Maſſe, ſo daß ſie alsdann leicht und ohne verdorben zu werden, gebleicht werden kann.

Das ſchwarze, ſehr harte und brüchige Harz, das man durch die Deſtillation des Theers in den Gasanſtalten als Reſiduum erhält, löſt ſich in Schwefelkohlenſtoff vollkommen auf, und thut man dann ein halbes Procent ſiccatives Leinöl hinzu, ſo erhält man einen **Firniß für Eiſen und Blei**, der einer großen Hitze (250 Centigrade) widerſteht, an der Luft unveränderlich bleibt, ſehr glänzend iſt und beinahe unmittelbar nach ſeiner Verwendung trocken wird. Er wurde bereits mit Erfolg auf Schmied- und Gußeiſen und Holz in folgenden Proportionen verwendet:

| | |
|---|---|
| Schwefelkohlenſtoff . . . . . | 0ᵏ740 |
| Deſtillirter Theer . . . . . | 0 250 |
| Leinöl . . . . . | 0 010 |
| Zuſammen | 1ᵏ 000 |

Einige Minuten nach der Miſchung iſt dieſer Anſtrich verwendbar.

Schließlich iſt noch zu bemerken, daß das Kohlenſulfid durch Zuſatz von zwei Procent eines flüchtigen Oeles bei den neuen Aethermaſchinen den Aether vortheilhaft erſetzen kann; ſeine Verdampfung iſt eben ſo ſtark wie die des Aethers und es ſiedet bei einer Wärme von 48 Centigraden unter dem gewöhnlichen Druck der Atmoſphäre, ſo daß ſein Dampf bei gewöhnlicher Temperatur ſchon eine beträchtliche Spannung annimmt. Die Verwendung dieſer Dämpfe als Triebkraft und als Erſatz des Waſſerdampfes gewährt eine beträchtliche Erſparung an Brennmaterial; ſie würden auch vortheilhafter als die Aetherdämpfe ſein, mit denen man ſich jetzt beſchäftigt, weil ſie viel geringere Koſten verurſachen.

Die Miſchung atmoſphäriſcher Luft und der Aetherdämpfe verurſacht beim Entweichen aus den Riſſen oder Fugen des Apparats einen Knall, wenn ein Licht damit in Berührung kommt, und es können daher in ſolchem Falle große Uebelſtände verurſacht werden, die um ſo ſchwieriger zu beſeitigen ſind, weil es für die Aetherdämpfe kein abſorbirendes Mittel gibt, während in ähnlichen Fällen die

Digitized by Google

*Deckel der beweglichen Röhre.*

*Umgekehrte Seite.*

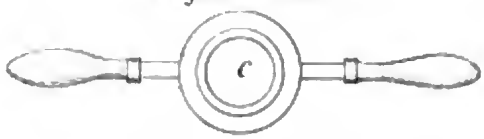



*Fig. 1*

*Seitenansicht*

*Beweglicher Theil der Einschüttröhre bei verschiedenen Graden des Verschlufses*

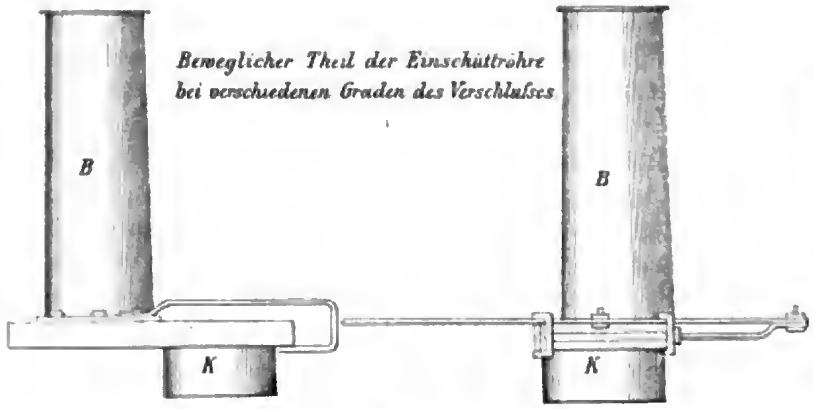



*Fig. 3.*

*Mafsstab des Schwefels.*

*Fig. 2.*

*Deckplatten zur Bewegung der Einschüttröhre und Profil des Falzes.*

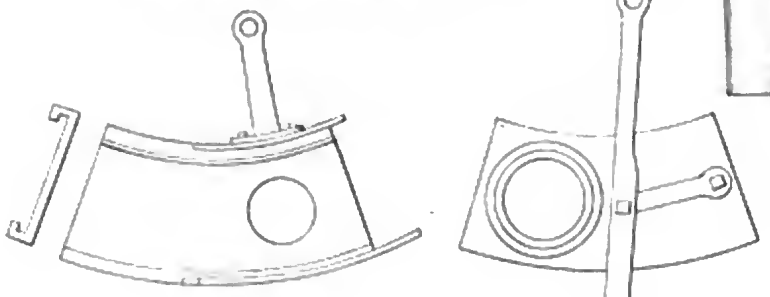
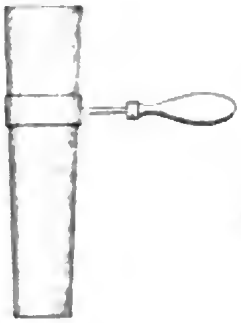


*Fig 4.*

*Mafs für die Kohle.*



*Bewegliches Pifsoir.*

*Fig. 5. Ansicht u. Durchschnitt.*

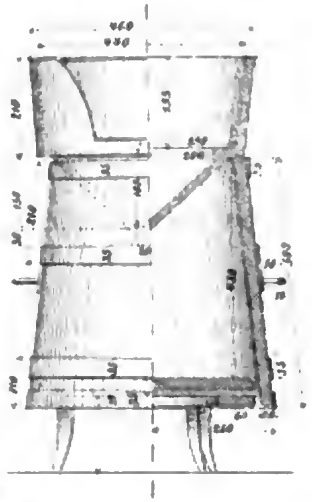


*Fig 6. Gufseiserne Cuvette.*

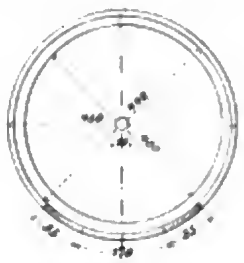


*Fig. 7. Gufseiserner Dreifufs.*

Digitized by Google

Schwefeldämpfe von einigen Stücken Schwefel leicht aufgeſaugt werden.

Der Aether und der Schwefelkohlenſtoff werden beide durch den feuchten Sauerſtoff der Luft leicht alterirt; die gasartig entweichenden Producte der Zerſetzung des Kohlenſulfids werden die Metalle verdunkeln, ohne ſie anzugreifen, während der Aether, der ſich durch den Zutritt der Luft in Eſſigſäure verwandelt, das Eiſen und endlich alle die Metalle, die bis jetzt zur Conſtruction der Maſchinen verwendet wurden, angreift. —

Erklärung der Abbildungen auf Blatt 735 bis 737. — Blatt 737 Fig. 1 iſt die Anſicht eines einfachen Ofens zur Darſtellung des ſchwefelſauren Natrons, Fig. 2 eine Anſicht desſelben von oben, Fig. 3 ſenkrechter Durchſchnitt nach der Linie I, II in Fig. 4, welche ein horizontaler Durchſchnitt nach der gebrochenen Linie W X Y in Fig. 1 iſt, Fig. 5 iſt eine Seitenanſicht des Ofens. In dieſen Figuren bezeichnen: A die Feuerung, b die Feuerbrücke, B die Calcinirſohle, C die Cuvette oder Pfanne, d Verbindungsthür zwiſchen der letztern und der Sohle, g Röhre für die Schwefelſäure, h Rumpf zum Aufgeben des Salzes, l Röhre zur Leitung der ſauren Dämpfe nach den Bombonnes, m Arbeitsthür der Cuvette, p Behälter zum Abkühlen und Ausnehmen der Producte, q Röhre für die unter die Cuvette C gehende Flamme, r Scheidewand unter der Pfanne mit einer Oeffnung für den Durchgang der Flamme, S Kanal zum Anziehen der Verbrennungsproducte und Calcinationsdämpfe, x Regiſter zwiſchen der Cuvette und dem Calcinirraum, z Bleiplatten zur Befeſtigung der Cuvette, U Oeffnung zum Herunterfallen des Sulphats in die Abkühlungskammer, v Regiſter des Rumpfes.

Fig. 6 iſt der theilweiſe Aufriß eines Doppelofens zur Anfertigung des Glauberſalzes, Fig. 7 ſenkrechter Durchſchnitt nach der Linie I, II in Fig. 9, Fig. 8 ein anderer ſenkrechter Durchſchnitt nach der Linie III, IV derſelben Figur, Fig. 9 Grundriß des Doppelofens, Fig. 10 ſenkrechter Durchſchnitt winkelrecht auf den Roſt der Feuerung nach der Linie V, VI in Fig. 9. In dieſen Figuren bezeichnen: A die Calcinirſohle, BB die Zerſetzungscuvetten, C Feuerung, a Thüren zum Ueberſchöpfen der Maſſe, b Röhren für die Paſſage der Flammen, c Scheidewände unter den Cuvetten, d Röhren für die ſauren Dämpfe der Cuvetten, e' Röhren zum Anziehen der Dämpfe der Calcination und der Verbrennung, f Regiſter für die innern Thüren a, f' andere Regiſter zur Regulirung des Zuges in den Rinnen e', g Oeffnung zum Auslaß der Producte in die Kühlkammer h, wo ſie herausgenommen werden, l Arbeitsthür.

Fig. 11 Anſicht und theilweiſer Durchſchnitt nach der gebrochenen Linie I, II, III der Fig. 12 eines Muffelofens zur Darſtellung des Glauberſalzes und eines Apparats zur Condenſation der Salzſäure, Fig. 12 der horizontale Durchſchnitt nach der Linie IV, V der vorſtehenden Figur, Fig. 13 theilweiſer ſenkrechter Schnitt nach der Linie VI bis VII der Fig. 12. Darin bezeichnen: A den Calcinirofen, B, B die bleiernen Pfannen zum erſten Theil der Operation, C Feuerung des Calcinirraumes, D Feuerung der Pfannen, E ſteinzeugenes Rohr, verbunden mit dem Ofen durch Oeffnungen im Centrum oder an der Seite des Gewölbes und die ſauren Dämpfe durch die Reihen der Bombonnes E nach dem Thurm F leitend, der gemauert iſt und zwei mit Kohks gefüllte Abtheilungen GG hat, H Waſſervertheiler, I Abzugskanal des Waſſers, J Kanal zur Leitung der aus dem Thurm kommenden Gaſe nach dem großen Schornſtein, K Bombonnes zur Aufnahme der Salzſäure beim Ausſtrömen aus der ſteigenden Abtheilung des Thurmes, L ſteinzeugene mit Kohks gefüllte Säule, welche die Dämpfe der Calcination in die fallende Abtheilung des Thurmes führt, M bleierner mit Kalk gefüllter Trog, N Reſervoir mit Säure zur Speiſung des Ofens, E'' gemauerte Kanäle zur Leitung der Dämpfe in den Thurm, Z Raum zum Herausnehmen der Producte aus dem Ofen A.

Blatt 736 Fig. 1 Anſicht eines Muffelofens mit doppeltem Gewölbe zur Fabrication des Glauberſalzes, Fig. 2 horizontaler Schnitt durch den Roſt der Feuerung. Fig. 3 ſenkrechter Schnitt nach der gebrochenen Linie W X Y der Fig. 2, Fig. 4 und 5 Seitenanſicht und Anſicht von oben eines Ziegels zur Conſtruction des doppelten Gewölbes des Ofens, Fig 6 Endanſicht eines Ziegels, Fig. 7 Endanſicht zweier durch Uebereinanderſtellung miteinander verbundenen Ziegel, Fig. 8 perſpectiviſche Anſicht eines Ziegels, Fig. 9 Anſicht zweier Ziegel mit ihrer Seitenverbindung, Fig. 10 und 11 Verſchluß der Ofenthüren. In Fig. 1—3 bezeichnen: A die Calcinirſohle, B die Zerſetzungscuvette, a die Arbeitsthüren der Calcinirſohle, b Rumpf zur Ladung des Ofens, c bleierne Röhre zur Leitung der Säure in die Cuvette, d Keller zum Herausnehmen der Producte, e Feuerung, g horizontale Regiſter zur Regulirung des Zuges im Ofen, g' ſenkrechte Regiſter zum Abſchluß der Verbindung zwiſchen der Cuvette und der Calcinirſohle, k Röhren zur Paſſage der Flammen, l Thüren zum Ueberſchöpfen der Maſſen, m Kanal zur Ableitung der

Digitized by Google

Verbrennungsproducte nach dem Schornſtein, n Kanal für die ſauren Dämpfe von der Calcinirſohle.

Fig. 12 iſt der ſenkrechte Durchſchnitt und der theilweiſe Aufriß eines Apparats zur Condenſation der Salzſäure nebſt dem Ofen zur Darſtellung des ſchwefelſauren Natrons, Fig. 13 Grundriß und theilweiſe horizontale Schnitte, Fig. 14 ſenkrechter Schnitt nach der gebrochenen Linie U Z der Fig. 13, Fig. 15 horizontaler Schnitt nach der gebrochenen Linie I, II der Fig. 14. In dieſen Figuren bezeichnen A die Calcinirſohle, B die Zerſetzungscuvette, C die Feuerung, a den Raum zum Ausnehmen der Producte, b Röhren für den Durchgang der Flammen, c Oeffnung für die Ueberſchöpfung der Maſſe, d Rumpf zum Aufgeben, e Kanal für die Flamme der Feuerung und die Calcinationsdämpfe, f Kanal zur Aufnahme der von den Bombonnes entweichenden Dämpfe.

Fig. 16 und 17 ſtellen den Durchſchnitt und den Grundriß des Apparats zur wohlfeilen Erzeugung des Schwefelkohlenſtoffes dar, den letztern nach den Buchſtaben a b in Fig. 16. Alle andern Bezeichnungen ſind bereits im Texte angegeben.

**Blatt 737**, Fig. 1 und 2, Durchſchnitt und theilweiſer Aufriß eines Condenſationsapparates für Salzſäure, Fig. 3, 4 und 5 Grundriß und theilweiſe Durchſchnitte dieſes Apparats mit dem Sulphatofen, Fig. 6 Details des pneumatiſchen Syſtems, in ſenkrechtem Durchſchnitte geſehen. A ſind die Sulphatöfen, B Kanäle für die ſauren Dämpfe zu den Bombonnes der erſten Reihe C, D Kammern zur Aufnahme der in den Bombonnes nicht condenſirten Dämpfe, F Kanal zur Leitung dieſer Dämpfe nach dem pneumatiſchen Apparat F, G Säulen von Steinzeug, die mit Kohks gefüllt ſind, H Ventilkaſten, I hölzerne getheerte Röhre über den Säulen G, K Kanal, welcher die nicht condenſirten Dämpfe zu den Bombonnes leitet, L zweite Reihe der Bombonnes, M mit Kalkſtein angefüllte Kammer, N Röhre, welche Waſſer in die Kammer führt, O Abflußröhre des Waſſers, P Kanal, der zum Schornſtein der Fabrik führt.

Fig. 7 iſt der Durchſchnitt und theilweiſe Aufriß eines Condenſationsapparats für die Salzſäure, Fig. 8 theilweiſer der Fig. 7 correſpondirender Grundriß. Darin iſt A der Zuflußkanal der ſauren Dämpfe, B Abzugskanal der nicht condenſirten Dämpfe, CD Vertheilungsrohr des Waſſers, EF Abzugskanal, O Verbindungsröhre des Kanals mit den Bombonnes, H Knieröhren zum Uebergang der Dämpfe von einer Bombonne in die andere, K Verbindungen für die Strömung des Waſſers, T Röhre, welche den Dampf in den Kanal A leitet.

Fig. 9 ein anderer Condenſationsapparat für die Salzſäure im ſenkrechten Durchſchnitt, Fig. 10 Anſicht desſelben von oben. A bezeichnet die Säule der fallenden, B die Säule der ſteigenden Strömung, C Zufluß- und Abzugsröhren der Dämpfe, S s Vertheilungsröhren des Waſſerdampfes, T t Vertheilungsröhren des Waſſers, m Hähne zur Regulirung dieſes Waſſers durch die Röhren t, E bleierne Gefäße, worin die Säulen A und B eingetaucht ſind, e Abflußſchnauzen, f Oeffnungen, durch welche die Flüſſigkeit von den Säulen abfließt, g Kanal, der die nicht condenſirten Dämpfe zum Schornſtein leitet.

Fig. 11 Anſicht des Apparats zur Erzeugung des Chlors, Fig. 12 Grundriß im Niveau der Linie X—Y der Fig. 11, Fig. 13 Anſicht der Kammern des chlorſauren Kalks, Fig. 14 horizontaler Durchſchnitt nach der Linie W Z der Fig. 13, Fig. 15 Anſatzröhre; a ſind Feuerungen, jede für vier Kolben, c Treppe, f Gefäße zur Aufnahme der Kolben, k an den Schornſtein anſtoßender Kanal, l Röhren zur Leitung des Chlors in die Kammern, m Röhre zur Aufnahme des in Fig. 15 dargeſtellten Aufſatzes, n geſchloſſene Kammer zur Fabrication des Chlors, o offene Kammer zu demſelben Zweck, p Röhren zur Leitung des Chlors in die Kammern.

Digitized by Google

# Ueber Flußschifffahrt, insbesondere die Kettenschifffahrt.

Aus Armengaud Aîné, Publication Industrielle.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 745.)

## 1. Einleitung.

Das einfachste Mittel, die Schiffe in einem Flusse aufwärts zu bewegen, besteht bekanntlich darin, daß man sie durch Menschen oder Pferde,*) welche auf einem Leinpfad gehen, ziehen läßt.

Dieser Zug ist nun um so unvortheilhafter, je weiter der Leinpfad von dem Wasserweg entfernt liegt, und da diese Entfernung wechselt, einmal klein und dann wieder sehr groß wird, so muß die Zugkraft nach der größten Entfernung bemessen werden; es geht daher in doppelter Beziehung an Kraft verloren.

Die Unvollkommenheit dieser Einrichtung führte schon längst auf die Anwendung der Schleppdampfschiffe, an welche die Schleppkähne mit ihren Lasten angehängt werden. Allein diese Dampfschiffe können nur auf größeren Flüssen oder Strömen mit Vortheil arbeiten, wo sie geringe Strömung und größere Wassertiefen finden; in kleineren Flüssen, welche starke Strömung und nur eine Wassertiefe von 50 bis 60 Centim. haben, lassen sie sich gar nicht anwenden.

In solchen Flüssen bedient man sich meist noch der unvollkommenen Einrichtung durch directen Zug und es wäre eine Aufgabe für den Hydrotekten, ein einfaches Mittel zu finden, wie diese Einrichtung vortheilhaft ersetzt werden könnte.

Für Flüsse, bei welchen der Thalweg nicht häufig wechselt, und welche bei ziemlich gleichförmiger Tiefe keine zu starke Krümmungen machen, ist bereits das Mittel durch die Kettenschifffahrt gefunden, eine Einrichtung, welche darin besteht, daß in den Thalweg des Flusses eine Kette gelegt und mit beiden Enden gegen die Sohle befestigt wird, und daß diese Kette über eine oder zwei auf einem Schiffe angebrachte Cylinder oder Trommeln geht, welche durch die bewegende Kraft in Umdrehung gesetzt werden.

Es ist leicht begreiflich, wie dieses Schiff an der Kette sich hinaufwindet, wie die Kette dabei nur vorn in die Höhe steigt, dagegen hinten sich wieder in den Fluß hineinlegt und somit nur auf eine verhältnißmäßig kurze Strecke sichtbar ist, wie ferner die bewegende Kraft, da sie das Schiff sammt den angehängten Lastkähnen gegen einen festen Punkt anzieht und fortbewegt, weit vortheilhafter wirkt, wie bei dem Schleppdampfschiff, das sich in dem Strom ohne festen Stützpunkt hinaufarbeiten muß, wodurch viel Kraft verloren geht, wie endlich der Zug weit günstiger sein muß, wie von einem Leinpfade ausgehend, da er in der gleichen Richtung mit der Kette und folglich auch mit der Strömung thätig ist.

Schon vor langer Zeit beschäftigte man sich mit ähnlichen Einrichtungen wie die heutige Kettenschifffahrt, allein man benutzte nicht die Kraft des Dampfes, sondern die der Pferde, indem man Pferdegöpel auf die Zugschiffe stellte und sich an einem Seile gegen einen festen Punkt hinzog.

Der erste Versuch wurde wahrscheinlich im Jahre 1732, sodann in etwas größerem Maßstabe im Jahre 1820 zu Lyon auf der Saône durch Tourasse und Courteaut angestellt.

Hier hatte man aber keine durchlaufende Kette, sondern es war ein Seil von ziemlicher Länge mit einem Ende an dem Ufer befestigt, während das andere Ende seine Befestigung an der auf dem Schiffe angebrachten Welle oder Trommel fand; sobald nun das Seil ganz aufgewunden war, mußte es wieder abgerollt und weiter oben befestigt werden.

Die Resultate waren schon mit diesen unvollkommenen Pferdegöpeln so befriedigend, daß man die Idee faßte, ähnliche Schiffe auf dem Rhône gehen zu lassen, aber dabei nicht die Pferde-, sondern die Dampfkraft anzuwenden. Es wurden in Folge dessen im März 1822 zwei Versuchsreisen zwischen Givors und Lyon angestellt. Der Effect war, während 18 Stunden Bergfahrt, 170 Tonnenmeters für jede Reise. Die Geschwindigkeit betrug 1 Kilom. in der Stunde und das Seil hatte eine Länge von 2000 Metern und eine Stärke von 56 Millimetern. Dabei war aber die Einrichtung die, daß man das Seil in zwei Theile theilte, und während die ersten 1000 Met. mit dem Schiffe durchlaufen

*) Pferde ziehen bei 1 Meter Geschwindigkeit mit 40 bis 80 Kil.; der Zug eines Mannes ist $^1/_8$ davon.

Digitized by Google

wurden, brachte man die anderen 1000 Meter weiter aufwärts, so daß der Aufenthalt sich wesentlich schon gegen die frühere Einrichtung verringerte.

In demselben Jahre 1822 machte Vinchon von Quémont einen Versuch auf der Seine. Der Mechanismus war nach den Angaben von Montgolfier und Dayme und bewegte eine verticale Trommel von 1,25 Met. Durchmesser und 0,55 Met. Breite, welche sich rechts und links drehen konnte, je nach dem Eingriff der Winkelräder. Die Dampfmaschine war nach dem System von Watt und hatte 6 Pferdekräfte, welche den gleichen Effect lieferten wie 10 Zugpferde. Auch hier hatte man noch kein durchlaufendes Seil, was ungenügend war.

Erst im Jahre 1825 bildete Eduard von Rigny eine Gesellschaft für die Schleppschifffahrt auf der Seine, zwischen Rouen und Paris, nachdem er sich überzeugt hatte, daß die unvollkommenen Resultate nur von der mangelhaften Einrichtung des Mechanismus herrühren. Er benutzte dabei die Erfahrungsresultate, welche Courteaut und Touraſſe im Jahre 1821 auf der Saône machten, setzte an die Stelle der Pferdekraft die Dampfkraft, an die Stelle der Taue *Ketten*, und machte letztere so *lang als den zu durchlaufenden Weg*.

Die Gesellschaft führte den Namen „Entreprise des remorqueurs sur la Seine."

Der Mechanismus des Schleppers „la Dauphine", welchen die Gesellschaft ausführen ließ, war auf einem Schiffe mit ebenem Boden von 21 Meter Länge und 12,85 M. Breite. Er hatte eine Rotationsdampfmaschine von 30 Pferdekräften, welche eine gewöhnliche Trommel von 0,37 M. Durchmesser und 0,65 M. Länge in Bewegung setzte, mittels eines Rades von 1,3 M. Durchmesser auf der Achse der Maschine. In dieses Rad griff ein anderes von 0,75 M. Durchmesser; auf der Achse des letztern war ein Schaufelrad von 2,92 M. Durchmesser, welches beim Stromabwärtsfahren in Dienst trat, und auf der Achse des Schaufelrades war eine Rolle von 0,59 M. Durchmesser, deren Kehle dem Eingriff einer Kette entsprach, welche die Bewegung auf eine ähnliche Rolle fortpflanzte, die auf dem Vordertheil des Schiffes placirt war und endlich die Bewegung einer dritten Rolle von 0,54 M. Durchmesser auf derselben Achse mittheilte, über welche die Zugkette lief.

Die Transmission war der Art, daß wenn die Bewegungsmaschine 10 Umdrehungen machte, das Schiff mit einer Geschwindigkeit von 1015 M. in der Stunde ging.

Noch andere Versuche sind von M. F. Bourdon auf der Saône mit gleichzeitiger Benützung zweier Schiffe in den Jahren 1826 und 1827 gemacht worden, wobei man ebenfalls Dampfmaschinen von 30 Pferdekräften anwendete, welche ein Flügelrad und eine horizontale Trommel von 1,13 Meter in Bewegung setzten, über welche ein 600 Meter langes Tau lief.

Bei der Bergfahrt befestigte man jedes Schiff mit seinem Taue an den vordersten Schleppkahn, welcher hinaufgezogen werden sollte. Nun fuhr das eine Schiff stromaufwärts und wickelte sein Tau ab bis auf 600 Meter Länge. An dem Ende dieses Weges angekommen, wurde es verankert, das Schaufelrad ausgelöst und die Maschine in Gang gesetzt, so daß sie die Schleppkähne an sich heranzog, wobei das andere Schiff mit Hülfe der Flügelräder die Bewegung mitmachte. Waren die beiden Maschinendampfschiffe wieder beisammen, so setzte sich das zweite in Bewegung und wickelte sein Tau auf 600 Meter ab, setzte sich fest und zog, ähnlich wie das erste die Schleppkähne an sich, bis die beiden Dampfschiffe wieder beisammen waren; so fuhr man fort, bis der ganze Weg zurückgelegt war.

Dieses Verfahren hatte den Vortheil, daß man nur zwei Taue von 600 Meter Länge brauchte, allein es hatte auch den Nachtheil, daß viel Zeit verloren ging und die Taue sich sehr rasch abnützten.

Die Herren Touraſſe und Mellet gaben in ihrer Beschreibung über Dampfschiffe folgende Erklärung eines Schleppschiffes mit 24 Pferdekräften, welches sie im Jahre 1829 für den Dienst auf der Seine von Rouen nach Paris vorschlugen.

Das Fahrzeug des Schleppers hatte wie die meisten Dampfschiffe einen ebenen Boden und war für das Abwärtsfahren mit Schaufelrädern versehen. Um nun durch Schleusen und enge Stellen des Flusses fahren zu können, war die Einrichtung getroffen, daß man diese Schaufelräder um ihre Breite zurückschieben konnte. Der Mechanismus zum Aufwärtsziehen bestand aus zwei Trommeln, über welche ein Tau sich aufrollte, das einem festen Punkte angehängt war. Die Kette oder das Drahtseil war ein wenig länger als der zu durchlaufende Weg und seine Stärke war verschieden, je nach der Stärke der Strömung. War man alsdann an einer starken Strömung angelangt, so wurde das Seil an einen festen Punkt am Ufer angehängt und erst, wenn diese Strömung überwunden war, wieder losgelöst.

Dies waren die verschiedenen Einrichtungen, welche man bis zum Jahre 1829 kannte, und welche die Herren

Digitized by Google

Tourasse und Mellet in ihrem Werke vom Jahre 1828 beschrieben haben.

Sie gaben für die Folge die Lehre:

1. daß man die Cylinder oder Trommeln, über welche die Kette sich aufrollt, in der Art anzuordnen habe, daß etwaige Stöße nicht nachtheilig sind;

2. daß die Trommeln in ihrer gegenseitigen Stellung unveränderlich sein sollen;

3. daß jede unnöthige Reibung der Kette vermieden werden solle;

4. daß die Geschwindigkeit der Trommeln nach der Strömung soll regulirt werden können;

5. daß man keine konischen Räder anwenden soll;

6. daß man keine Hanfseile, sondern entweder Drahtseile oder Ketten anwenden soll, welche eine Länge haben gleich derjenigen des zu durchlaufenden Weges.

Wie alle diese Punkte berücksichtigt werden können, ersehen wir aus der folgenden Beschreibung eines von Ch. Dietz in Bordeaux construirten Kettenschiffes, welches den Namen „die Stadt Sens" führt. Dasselbe hat die Einrichtung wie sie nun seit langer Zeit auf der oberen Seine besteht und wie sie auch seit einigen Jahren auf der unteren Seine von Paris bis Conflans angenommen wurde und bis in das Meer fortgesetzt werden soll; sie zeigt eine solche Einfachheit, Regelmäßigkeit und Leichtigkeit im Dienste, daß es zu verwundern ist, daß sie bis jetzt nicht mehr Verbreitung gefunden hat.

Erst in neuerer Zeit sind Concessionen um Errichtung der Kettenschifffahrt auf dem Rheine nachgesucht worden, insbesondere für die untere Rheinstrecke zwischen Ruhrort und Koblenz, und es verpflichteten sich die Unternehmer, dem Aerar Frachtgut um 30 Procent billiger zu transportiren wie die Schiffer, welche ihre Schiffe mit Pferden ziehen lassen.

## 2. Beschreibung des Schleppdampfschiffes „die Stadt Sens" vom Ing. Ch. Dietz in Bordeaux.

(Blatt 745.)

Fig. 1 ist ein Längendurchschnitt des Schiffes.

Fig. 2 der Grundriß.

Fig. 3 der Querschnitt nach der Linie 1—2. Fig. 1.

Diese drei Figuren sind im Maßstabe $\frac{1}{150}$.

Die Fig. 4 und 5 zeigen in dem Maßstabe $\frac{1}{10}$ die Bewegungsmaschine von vorn und von der Seite.

Fig. 6 zeigt ein Detail über die Art der Zusammensetzung der Rollen, über welche die Kette geht.

Fig. 7 zeigt die Ansicht und den Grundriß eines der beiden beweglichen Arme, welche die Kette leiten und die Reibung auf dem Schiffsrande verhindern.

Fig. 8, 9 und 10 sind Details der Kette.

### Allgemeine Anlage des Schiffes.

Das Schiff ist ganz von Eisen; sein Boden ist eben wie Fig. 3 deutlich zeigt, damit die Einsenkung eine möglichst geringe wird; besonderen Ballast trägt das Schiff aus diesem Grunde auch nicht, seine Belastung besteht lediglich aus der Maschine in der Mitte des Schiffes und den beiden Kesseln mit ihren Kohlenräumen an den Enden desselben. Auf diese Weise gelang es dem Constructeur die Einsenkung des Schiffes auf nur 40 Centimeter zu reduciren, was sehr wesentlich war für den Dienst auf der Seine, indem dieselbe an vielen Stellen Untiefen hat.

Die Rippen, an welche das Eisenblech, das die äußere Schale des Schiffs bildet, befestiget sind, bestehen aus Winkeleisen.

Vorn und hinten im Schiffe befinden sich zwei Zimmer A, welche von dem übrigen Raume durch eine Wand a in der Art getrennt sind, daß, wenn in Folge eines Lecks diese beiden Zimmer A Wasser fassen, die Sicherheit des Schiffes doch nicht gefährdet ist.

Um dem Schiffe eine beliebige Richtung geben zu können, sind zwei Steuerruder, an jedem Ende eines, angebracht. Der Mechanismus zur Bewegung derselben ist sehr einfach folgender:

An der Achse des Steuerruders sitzt eine Rolle b, über diese und die Rolle b' geht eine Kette c; die Rolle b' sitzt fest an der verticalen Achse d und oben an der letzteren sitzt ein Spillenrad v, woran der Steuermann dreht.

Die Bewegungsmaschinen sind nahe in der Mitte des Schiffes aufgestellt; das Gestelle, welches die Rollen und Räder trägt, ragt über die Decke des Schiffes hinaus und ist deßhalb mit einer besonderen Blechhaube B überdeckt.

Die beiden Dampfkessel haben Siederöhren wie die Kessel der Locomotiven und innere Feuerung.

Die Kohlenvorräthe sind in den Magazinen C, C Fig. 2 und 3, welche rechts und links von den Kesseln liegen. Luft und Licht gelangen in das Innere des Schiffes durch die Oeffnungen c' c' an der Schiffsdecke und die runden Glasscheiben e, e in den Seitenwänden Fig. 1.



Digitized by Google

Die Bewegungsmaschinen haben liegende Cylinder mit veränderlicher Steuerung und Condensation.

Die Cylinder C' Fig. 4, deren Durchmesser 350 Millim. haben, sind an den Wänden $B^2$ des gußeisernen Gestelles befestigt. Die Kolbenstangen laufen in Coulissen und geben den Kurbelstangen F, somit auch den Kurbeln G ihre Bewegung, wodurch die horizontale Achse E Fig. 5 in Umdrehung gesetzt wird.

Zwischen den beiden Cylindern unter der Welle E sitzt die Luftpumpe J.

Eine zweite Welle E' bildet die Verlängerung der Welle E und trägt die Stirnräder H und h, welche durch ihren Eingriff in die Stirnräder H' und h' die Bewegung auf die Kettentrommeln T, T fortpflanzen.

Die beiden niederen Wände des Gestells $B^1$, $B^3$ sind mit den hohen Wänden $B^2$, $B^4$ und unter sich durch starke Bolzen b' verbunden. Das ganze Gestelle ruht auf einer Schwellenunterlage und ist mit dieser und somit mit dem Schiffe fest verbunden. Außerdem sind zwei T förmige Eisen $b^2$ an den hervorragenden Armen des Gestells angebracht und bilden gleichzeitig die Querverbindungen mit dem Schiffe.

Die Stirnräder H und h sind nicht von gleichem Durchmesser, damit den Trommeln verschiedene Geschwindigkeiten gegeben werden können, ohne den Gang der Maschine zu verändern.

Will man die größere Geschwindigkeit hervorbringen, so läßt man das Rad h in die Räder h' und $h^2$, Fig. 4 und 5, eingreifen; will man die kleinere, so setzt man das Rad H mit den Rädern H' und $H^2$ in Eingriff.

Die Räder h' und $h^2$ und H' und $H^2$ sind auf die horizontalen Wellen J und J' festgekeilt, deren Lager auf den gußeisernen Wänden des Gestells $B^2$, $B^4$ ruhen. Auf den Verlängerungen dieser Wellen sitzen die Trommeln T, T, über welche die Zugkette geht.

Es ist sehr wichtig, daß man die Geschwindigkeit des Schiffes nach Belieben ändern kann, je nachdem man flußauf- oder abwärts fährt; der Mechanismus zur Aus- und Einrückung der Räder ist aus Fig. 5 deutlich zu ersehen: v', v' sind zwei Schraubenspindeln mit entgegengesetzten Gewinden und tragen an einem Ende kleine Rädchen x, x; die Schrauben haben ihre Muttern in den Rädern H und h und auf der Welle E' sitzt ein loses Stirnrädchen mit einem Spiltenrad V. Wird nun letzteres von Hand aus gedreht, so drehen sich auch die Schraubenspindeln und verschieben die Stirnräder H und h auf ihrer Achse.

Die Trommeln T, T, Fig. 6, sind aus fünf gußeisernen Scheiben t, t von gleichem Durchmesser zusammengesetzt und haben Scheiben von Blech zwischen sich; sämmtliche Scheiben sind durch Bolzen t' t' miteinander verbunden. Um zu verhüten, daß sich die Gußscheiben an der Peripherie zu rasch abnutzen, sind sie mit Stahlreifen versehen, welche man für den Fall einer Reparatur leicht abnehmen kann. Es ist dies wichtig, weil eine ungleiche Abnutzung der Gußscheiben durch die Veränderung ihrer Durchmesser nachtheilig auf den Gang der Kette wirkt. Die Enden der beiden Achsen J und J' sind durch einen starken Bolzen U verbunden.

Die beiden Kessel, welche die Dampfmaschine speisen, haben, wie erwähnt, Röhren und innere Feuerung. Sie bestehen Fig. 1 aus einem Cylinder L von 1,2 M. Durchmesser mit einem Dome l und den gewöhnlichen Sicherheitsvorrichtungen.

Im Innern der Cylinder L ist ein zweiter Cylinder l' mit einem Roste zur Feuerung; der Cylinder l' ist an seinem hinteren Boden mit 26 Siederöhren m verbunden, durch welche der Rauch und die Gase in den Raum M gelangen, um von da durch den Schornstein N in das Freie zu entweichen. Der Raum M hat einen thürartigen Verschluß, um die Siederöhren von Zeit zu Zeit reinigen zu können. Die Schornsteine sind unten viereckig und oben cylindrisch und lassen sich umlegen, damit das Schiff unter den Brücken passiren kann. Die beiden Hebel mit den Gewichten p halten dem beweglichen Theil des Schornsteins das Gleichgewicht. Die Zugkette der Schleppschiffe für die obere Seine hatte zuerst nur 19 Millim. Stärke; dieselbe erwies sich zu schwach und man nahm daher 23 Millim., was hauptsächlich wegen der Stöße nothwendig war.

Die Zugkette, welche die beiden Trommeln T, T mehrmals umschlingt, gleitet an dem oberen Ende des Schiffes über die vordere Rolle p, hinten über die Rollen r' und r und gelangt zwischen zwei Rollen o, o durchgleitend zur hinteren Rolle p.

Die Rollen p sitzen an einem Arme O Fig. 7, welcher sich um einen festen Drehbolzen y bewegen kann. Bei der Bewegung des Armes läuft derselbe mit 2 Rädchen o' o' auf einer eisernen Laufschiene q, welche auf dem Rande des Schiffes befestigt ist. Es dient dieser Arm O als Führer für die Zugkette in den verschiedenen Richtungen, welche sie annimmt.

Beim Austritt der Kette in das Wasser sind noch einmal zwei verticale Frictionsrollen q' q' Fig 7 angebracht,

Digitized by Google

um die Kette immer in der Kehle der Rolle p zu erhalten. Durch diese Einrichtung ist die Möglichkeit gegeben, das Schiff jedwede Richtung nehmen zu lassen, ohne die Aufwickelung der Zugkette zu stören und ohne irgend eine Reibung an dem Schiffe selbst zu veranlassen. Um die Zugkette während der Fahrt zu unterstützen, sind zwei hölzerne Führungen p' p' mit ihren Frictionsrollen r und r' angebracht.

Für den Fall, daß die Kette zerreißen sollte, hat man immer einige Kettenglieder in Reserve; sie haben die Form und Construction von Fig. 9 und 10.

### 3. Gang des Schiffes und Nutzeffect der Maschine.

Das Schiff, in der beschriebenen Weise construirt, bildet mit der Zugkette x x, welche etwas länger ist als der zu durchlaufende Weg, und welche mit ihren Enden auf der Sohle des Flusses solid befestiget oder verankert ist, die ganze Einrichtung.

Die Kette läuft über die beiden Trommeln T, T, welche sich in derselben Richtung drehen; sie wird in der Richtung der Bewegung stark angespannt und fällt in der entgegengesetzten Richtung, ihrer Schwere folgend, herab auf die Sohle des Flusses; sie befindet sich somit nur auf die Länge des Schiffes mehr dem angespannten Theile der Kette außerhalb dem Wasser. Die Kähne und Nachen, welche an das Schiff angehängt werden, erhalten ihre Befestigung mittels Taue an den Pfosten R, R Fig. 2.

Zwei Heizer und ein Mechaniker versehen den Dienst bei der Maschine. Der Dampf gelangt durch die Röhre s Fig. 4 in die Muffe S, in welcher ein Ventil sitzt, das durch den Hebel s' regulirt werden kann.

Die Manoeuvres, um die Geschwindigkeit der Maschine zu verändern oder den Gang ganz einzustellen, oder die Bewegung nach entgegengesetzter Richtung hervorzubringen, werden mit einem Mechanismus u, Fig. 4, nach der Methode von Stephenson bewirkt, welcher mit Zwischenhebeln versehen ist, die auf die beiden Excenters und somit auf die Steuerungen einwirken. Ein Spillenrad U mit der Schraubenspindel u' dient dem Mechaniker dazu, den erwähnten Regulator zu handhaben. Da der Regulator für die Dampfzuströmung ganz in der Nähe sich befindet, so kann der Mechaniker beiden Regulatoren leicht die richtige Stellung geben.

Die Maschinen sind so construirt, daß sie bei normalem Gange eine Kraft von 35 bis 40 Pferdekräften zu 75 Kilogrammeters hervorbringen; sie geben dem Schiffe eine Geschwindigkeit im Maximum von 6000 Meter in der Stunde flußaufwärts und von 12000 Meter flußabwärts.

Im ersten Falle soll die Maschine mit einer Geschwindigkeit von 42 bis 43 Umdrehungen in der Minute arbeiten, im zweiten Falle mit 58 Umdrehungen. Nimmt man 43 an und das Rad H greift in die Räder H' und H², um aufwärts zu fahren, so findet man, da der Durchmesser von H = 1,58 Meter und von H' = H² von 2,3 Meter, die Geschwindigkeit der Trommeln

$$T = \frac{1{,}58 \cdot 43}{2{,}3} = 29{,}58 \text{ Umdrehungen.}$$

Der Durchmesser der Trommeln ist 1,1 Meter, daher hat man $1{,}1 \cdot 3{,}1416 \cdot 29{,}58 = 108{,}22$ Meter Vorrückung in der Minute und $108{,}22 \cdot 60 = 6133$ Meter in der Stunde.

Bringt man die Räder h und h', h² in Eingriff für die Thalfahrt, so hat man, da h = 2 Meter

$$h' = h^2 = 1{,}85 \text{ Meter;}$$

die Anzahl der Umdrehungen

$$\frac{2 \cdot 43}{1{,}85} = 46{,}48$$

und die Geschwindigkeit in der Minute

$$3{,}455 \cdot 46{,}48 = 160{,}58 \text{ Meter,}$$

folglich den Weg in der Stunde

$$60 \cdot 160{,}58 = 9635{,}28 \text{ Meter.}$$

Um dem Schiffe die Maximalgeschwindigkeit von 12000 Meter in der Stunde zu geben, muß man die Räder h, h' und h² benutzen und der Maschine 58 Umdrehungen geben; dies gibt

$$3{,}455 \cdot 58 \cdot 60 = 12000 \text{ Meter}$$

in der Stunde.

Die Dampfkessel sind auf fünf Atmosphären Druck geprüft und die Kohlenconsumtion ist im Mittel 1000 Kilog. in 10 Stunden.

Es ist ziemlich schwer, die Anzahl Tonnen zu bestimmen, welche mit dem Schiffe fortgezogen werden können, weil hier sehr verschiedene Elemente in die Rechnung kommen, welche dieselbe weitläufig machen und am Ende doch zu keinem richtigen Resultate führen.

Die Resultate werden abhängig sein, von der Stärke der Strömung bei den verschiedenen Wasserständen, von der Form und dem Querschnitt der Fahrzeuge, von dem Widerstande derselben im Strome, von der Reibung der Kette auf den Trommeln und den Rollen u. s. w.



Digitized by Google

Die praktischen Resultate, welche man an der oberen Seine erhalten hat, geben für die Strecke innerhalb der Stadt Paris, wo die Strömung gering ist, bei einem Schiffe mit 35 Pferdekräften die Fortbewegung von 8 bis 10 Schleppnachen mit 250 Tonnen jeder, also 2500 Tonnen. Außerhalb der Stadt, wo die Strömung größer ist, kann man nur sechs Nachen anhängen, also 1500 Tonnen ziehen, und an Stellen, wo die Strömung ihr Maximum erreicht, wie z. B. an der Melunbrücke, nur vier mit 1000 Tonnen im Ganzen.

### 4. Vortheile der Kettenschifffahrt.

Die Frachtkosten berechnen sich bei der Kettenschifffahrt gegenüber der gewöhnlichen Schifffahrt mit Zugpferden um wenigstens 30 Procent billiger. Dieses Resultat ist erklärlich, wenn man in Betracht zieht:

1. daß der Zug größtentheils parallel mit der Strömung stattfindet, während er sich bei der gewöhnlichen Schifffahrt in horizontalem und verticalem Sinne zerlegt, weil die Zugpferde auf dem Leinpfade gehen und das Tau sowohl mit dem Ufer oder mit der Strömung, als auch mit der Horizontalen einen spitzen Winkel bildet;

2. daß die Schiffe, weil sie im Thalweg des Stromes gehen, nicht am Ufer streifen und sich weniger abnutzen, auch die Abnutzung der Schiffstaue oder Zugleinen geringer ist;

3. daß bei der gewöhnlichen Schifffahrt die Vorspannpferde häufig bei verschiedenen unvorhergesehenen Aufenthalten ruhen müssen und die Kosten dafür dem Schiffer zur Last fallen;

4. daß die Reise im Allgemeinen mit dem Schlepper weniger Zeit in Anspruch nimmt, wie durch den Zug mit Pferden; z. B. die Reise von Paris nach Montereau braucht mit Pferden 6—8 Tage, mit dem Kettenschiff 2—3 Tage.

Die Gesellschaft für die Kettenschifffahrt auf der oberen Seine hat ein Capital von 1500000 Francs, welches in 3000 Actien getheilt ist.

Seit 1859 ist die Schifffahrt auf der ganzen Linie von Paris nach Montereau auf 106 Kilometer im Gange. Im Jahre 1860 gingen 9001 leere und beladene Schiffe aufwärts mit einer Ladung von 117000 Tonnen. Im Jahre 1861 stieg die Anzahl der Schiffe auf 11336 mit einer Ladung von 148000 Tonnen.

Im Ganzen hat die Gesellschaft 7 Schiffe, welche alle von Ch. Dietz in Bordeaux construirt sind; 5 davon haben 35 Pferdekräfte und zwei nur 24 und 16.

### 5. Anschaffungs- und Betriebskosten.

Die Kosten eines Schiffes von 35 Pferdekräften lassen sich auf folgende Art berechnen:

Die Länge des Schiffes ist 40 Meter,
„ Breite „ „ 7 „
„ Eintauchung „ „ 0·4 „

daher das Volumen des verdrängten Wassers 100,8 Kubikmeter, also das ganze Gewicht des Schiffes samut Inhalt 100800 Kilogramm.

Dieses Gewicht zerlegt sich:

| | | |
|---|---|---|
| Gewicht des Schiffskörpers | 63300 | Kilogr. |
| „ der Maschine | 17500 | „ |
| „ der Kessel | 10000 | „ |
| „ der Kohlen | 7500 | „ |
| „ der Nebentheile | 2500 | „ |

Im Durchschnitt kostet ein Kilogramm 1 Francs, daher die 100800 — 7500 = 93300 Kilogramme 93300 Francs.

Die Kosten der Kette berechnen sich wie folgt:

Wenn der Durchmesser des Eisens für die Kettenglieder d Zolle, so ist das Gewicht eines laufenden Fußes $10\,d^2$; hier ist d = 0,023 Meter oder nahe 0,8 Zoll, daher das Gewicht eines Fußes gleich 6,4 Pfund oder das Gewicht eines Meters 22 Pfund oder 11 Kilogramme. Das Pfund Kette kostet 0,2 Gulden, daher kostet der laufende Meter rund 8,5 Francs.

Rechnet man, daß die Maschine 10 Stunden täglich arbeitet, so sind die Kosten des Betriebes:

| | |
|---|---|
| 5 Mann zur Bedienung à 3 Francs | 15 Francs |
| Kohlenverbrauch 1000 Kil. . . . . | 30 „ |
| Allerlei Ausgaben und Oel ꝛc. . . . . | 5 „ |
| Zusammen | 50 Francs pro Tag. |

Angenommen es handle sich um die Errichtung der Kettenschifffahrt auf dem Rhein zwischen Köln und Koblenz.

Die Länge ist 20 Stunden oder 88580 Meter, so kostet die Kette allein 88880.8,5 = . . . . 754480 Francs.

Dazu zwei Schiffe, weil eines in Reserve gehalten werden muß, daher die Kosten dieser 2.93300 = . . . . . 186600 „

Zusammen 941080 Francs

und mit sonstigen Nebenausgaben 1000000 Francs.

In einer Stunde werden bei mittlerer Strömung 6000 Meter zurückgelegt mit 6 Schleppnachen im Gesammtgewicht von 1500 Tonnen Ladung.

Digitized by Google

Die Bergfahrt braucht daher

$$\frac{88880}{6000} = 15 \text{ Stunden.}$$

Die Thalfahrt braucht 7 Stunden, folglich die ganze Reiſe 23 Stunden oder bei 10 Stunden auf den Tag 2,3 Tage.

Es ſind daher die Koſten:

Für Capitalzins und Unterhaltung zu 10 Procent gerechnet 2,3.274 = ..... 630 Francs
Für Betrieb 2,3.50 = ..... 115 „
Zuſammen.. 745 Francs,

daher die Tonne 0,5 Francs und der Centner 0,7 Kilogr.

Will man die gleiche Laſt mit Pferden ziehen, ſo ſind mindeſtens 40 Pferde nöthig, welche pro Tag ſammt Führer 40.7 = 280 Francs koſten.

Die Pferde legen in einer Stunde nur 3600 Meter zurück, brauchen alſo für die 20 Stunden Weges

$$\frac{88880}{3600} = 25 \text{ Stunden}$$

und für die Rückfahrt, bezüglich wenn ſie leer zurückgehen, 20 Stunden, daher im Ganzen 45 Stunden oder 4,5 Tage für die Reiſe.

Die Koſten für die Pferde ſind daher 280.4,5 = 1260 Francs oder pro Tonne 0,84 Francs oder pro Centner 1,17 Krzr., alſo 40 Procent mehr wie bei der Kettenſchifffahrt.

Wenn daher die Geſellſchaft die Fracht um 30 Procent billiger übernimmt, wie ſie jetzt ſteht, ſo gewinnt ſie immer noch 10 Procent.

### 6. Schluß.

Wie aus dem Geſagten hervorgeht, ſo iſt die Kettenſchifffahrt zur Zeit nur auf der Seine in vollem Gange und bewährt ſich dort ſo vollſtändig, daß man damit umgeht, ſie auch auf anderen Flüſſen in Frankreich und in Deutſchland zur Anwendung zu bringen.

Dem Gegenſtande wurde bisher, wie es ſcheint, von Seiten der Ingenieure wenig Aufmerkſamkeit gewidmet, allein es läßt ſich annehmen, daß er für die Zukunft von großer Bedeutung werden wird.

Dies, ſo wie der weitere Umſtand, daß die Conſtruction eines Kettenſchiffes ſeither in deutſchen techniſchen Zeitſchriften nicht angegeben wurde und deßhalb auch noch ziemlich unbekannt zu ſein ſcheint, hat zunächſt zur Bearbeitung dieſes Aufſatzes unter Benützung des franzöſiſchen Werkes: „Publication Industrielle des Machines, Outils et Appareils etc., par Armengaud ainé, Vol. XIV. 3 & 4 Liv. Pag. 147,“ Veranlaſſung gegeben.

Karlsruhe, im December 1864.

M. B.

---

## Notiz über die Verbindung eiſerner Träger.

Von Beringer, Waſſerbauconducteur.

(Mit Zeichnungen auf Seite 203.)

Die Verbindungen der Träger laſſen ſich in drei Kathegorien theilen, welche bei der Conſtruction von Blechbrücken am meiſten vorkommen, nämlich:

1. die Verbindung der Organe ein und desſelben Trägers unter ſich;

2. die Stirn- oder Endverbindungen der Träger;

3. die Verbindung der unter einem gewiſſen Winkel zuſammenſtoßenden Träger.

1. Verbindung der Organe eines Trägers. — Die eiſernen Längen- und Querbalken der Brücken haben gewöhnlich den Querſchnitt eines dopelten ┳, d. h. eines Körpers, der für eine gegebene Laſt das Maximum des Widerſtandes bietet. Wenn die gewalzten Eiſen, welche dieſe Form haben, entweder wegen der beſchränkten Dimenſionen, die man bei ihrer Darſtellung nicht überſchreiten kann, oder wegen anderer Urſachen nicht angewendet werden können, ſo nimmt man ſeine Zuflucht zu den Blechbalken, die aus einer Stehrippe, vier Winkeleiſen und oft noch aus zwei Gürtungen oder einer Kopf- und einer Fußſchiene (Seite 203 Fig. 1) beſtehen. Dieſe verſchiedenen Theile müſſen einen vollkommen feſten Körper bilden, was man durch die Vernietung zu erreichen ſucht.

Die Nieten, welche die Stehrippe mit den Winkeleiſen und den Gürtungen eines Trägers verbinden, werden durch-

Digitized by Google

ſchnittlich in Abſtänden von 0m·10 von Achſe zu Achſe angebracht, ſofern die zu verbindenden Theile nicht zu ſchwach ſind, in welchem Falle die Achſenentfernung der Nieten bis zu 0m·05 vermindert werden kann.

| Zu vernietende Stärken in Millimetern... | 6—10 | 10—12 | 12—14 | 14—16 | 16—20 | 20—25 | 25—35 | 35—50 | 50—70 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Durchmeſſer der Nieten..... | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 25 |

Es beſteht beinahe immer ein conſtantes Verhältniß zwiſchen den Dimenſionen der Winkeleiſen und den Stärken der Gürtungen, denn man ſucht ſo viel als möglich die Verbindung zu ungleichmäßigen Stärken zu vermeiden. Man kann daher bei einiger Uebung den Durchmeſſer der Nieten beſtimmen, wenn man bloß die Breite der Schenkel der Winkeleiſen berückſichtigt und folgendes Verhältniß beobachtet:

| Länge des Schenkels der Winkeleiſen..... | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | in Millimetern. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Durchmeſſer der Nieten..... | 16—18 | 18—20 | 20—22 | 22—24 | 24—25 | |

Es iſt auch leicht begreiflich, daß in gewiſſen Fällen die Dimenſion des Winkeleiſens allein den Durchmeſſer der Nieten beſtimmen muß; ſo kann es ſich ereignen, daß ein Niet eine Gürtung von 0m·03 Stärke mit einem Winkeleiſen von 0m·06 Seite und 0m·006 Stärke verbinden ſoll; aus der erſten Tabelle erſehen wir für eine Stärke von 0m·03 + 0m·006 = 0m·036 einen Niet von 0m·022 Durchmeſſer; der Kopf dieſes Niets aber wäre für die Fläche, die ihm das Winkeleiſen bietet, zu groß, und man müßte den Durchmeſſer von 0m·018 annehmen, der in der zweiten Tabelle bei einem Winkeleiſen von 0m·06 Seite angegeben iſt.

Der Halbmeſſer R des Kopfes von einem Niet iſt gleich dem Durchmeſſer D des Niets multiplicirt mit 0,83:

$$R = 0{,}83\ D.$$

2. Verbindung am Zuſammenſtoß der Träger. — Oft iſt der Raum, den ein Träger zu überſpannen hat, größer als die Länge der zu Gebote ſtehenden Blechtafeln oder Winkeleiſen. So haben die letztern eine durchſchnittliche Länge von 12m·0 und das Gewicht der Blechtafeln darf das Gewicht von 400 Kilogr. nicht weſentlich überſchreiten.

In dieſem Falle muß der Träger aus mehreren Theilen zuſammengeſetzt werden, ſo daß die Widerſtandsfähigkeit des Trägers an keiner Stelle geſchwächt wird. Zu dieſem Behuf überdeckt man eine Seite und oft die beiden Seiten jeder Fuge mit einem Blechſtreifen oder einem Deckblech, das an beiden zu verbindenden Theilen vernietet wird und dieſe auf eine wirkſame Weiſe verbindet.

Es iſt bekannt, daß die Nieten zwei Arten der Widerſtandsfähigkeit haben, nämlich die gegen das Abſcheeren, ſogenannt, weil ſie ſich dem Rutſchen oder Schieben der Bleche (die auf die Nieten die Wirkung einer Scheere ausüben würden, wenn ſie könnten) widerſetzen, und welche proportional iſt der Anzahl der dem Abſcheeren dargebotenen Querſchnitte; ſie wird alſo für einen Niet, welcher drei Stärken verbindet, zweimal größer ſein als bei einem Niet, welcher nur zwei vereinigt. Die zweite Widerſtandsfähigkeit iſt gegen die Reibung der Bleche aufeinander gerichtet und bildet beiläufig nur den dritten Theil der ganzen Widerſtandsfähigkeit.

Die Verſuche Hodgkinſon's und Fairbairn's über die Widerſtandsfähigkeit der Nieten gegen die abſcheerende Kraft haben bewieſen, daß ſie der des Schmiedeiſens gegen die Zugfeſtigkeit beinahe gleich iſt; gleichwohl wird man wohl daran thun, wenn man ſie nur mit ⅔ der Widerſtandsfähigkeit gegen directen Zug annimmt.

Man erſieht hieraus, daß man ein Intereſſe daran haben muß, die Abſcheerungsſectionen bei einem und demſelben Niet zu vervielfältigen; auch wendet man vorzugsweiſe, wenn zwei Blechtafeln mit den Enden zu verbinden ſind, zwei Deckbleche an, die zuſammen eine Stärke haben, welche wenigſtens der des zu überdeckenden Bleches gleich iſt. Die Anzahl der Abſcheerungsſectionen für ein und denſelben Niet kann alſo niemals größer ſein als drei, denn man muß annehmen, daß alle ohne Verbindungen übereinander gelegten Tafeln nach ihrer ganzen Länge nur einen einzigen Träger bilden. In Fig. 3 iſt der Fall eines einzigen Abſcheerungsquerſchnittes, in Fig. 2 der mit zwei ſolchen Querſchnitten dargeſtellt, in Fig. 4 und 5 bemerkt man deren zwei und drei:

Wir haben nun noch die Anzahl der Nieten oder vielmehr Abſcheerungsquerſchnitte für jede Verbindung zu beſtimmen.

Die Formel von Love kann zu dieſem Zweck angewendet werden:

$$N = \frac{T'e\,(l - n\,d)}{0{,}52\,T\,d^2},$$

worin N die Anzahl der Querſchnitte der abzuſcheerenden Nieten,

Digitized by Google

$T'$ = 3150ᵏ bis 3450ᵏ die Widerſtandsfähigkeit pro Quadratcentimeter des Bleches gegen den durch Zug erfolgenden Bruch,

T = 4000ᵏ Widerſtandsfähigkeit pro Quadratcentimeter des Schmiedeiſens der Nieten gegen den Bruch durch Zug,

d der Durchmeſſer der Nieten in Centimetern (à priori beſtimmter Werth),

l Breite des Bleches in Centimetern,

e Stärke des Bleches in Centimetern,

n Anzahl der Nieten auf ein und derſelben Querlinie,

(l — n d) = der Breite des Bleches nach Abzug der Nietlöcher.

Wenden wir dieſe Formel zur Verbindung der Fig. 6 an. Wir ſehen, daß e = 1; n = 2 (angenommen); d = 1,8 (Dimenſion, welche in der erſten Tabelle angegeben iſt), und (l — n d) = 20 — (2 × 1,8) = 16,4, woraus

$$N = \frac{3450 \times 1 \times 16{,}4}{0{,}52 \times 4000 \times 1{,}8^2} = 8{,}4.$$

Da jeder Niet zwei Abſcheerungsſectionen hat, ſo iſt die nöthige Anzahl von Nieten $\frac{8{,}4}{2} = 4{,}2$; die Werkzeichnung führt uns auf die Verwendung von 6.

Der Ingenieur Couche hat in einer Abhandlung eine Formel angegeben, welche ebenfalls zur Beſtimmung der Anzahl von Nieten benutzt werden kann, welche zur Verbindung zweier Blechplatten nothwendig iſt.

Nennen wir

d den Durchmeſſer eines Niets,

l die Entfernung zweier Löcher, oder vielmehr die Blechbreite, welche ein Niet hält.

e die Stärke des Bleches;

R die Widerſtandsfähigkeit des Eiſens der Nieten gegen das Abſcheeren, die man gleich der Zugfeſtigkeit annimmt,

ſo erhält man als Gleichgewichtsbedingung der Widerſtandsfähigkeit des Bleches und der Nieten

$$R.e.l = R\frac{\pi d^2}{4},$$

woraus

$$l = \frac{\pi d^2}{4e}.$$

In dem obigen Beiſpiel haben wir alſo d = 1,8 und e = 1, folglich

$$l = \frac{3{,}14 \times 1{,}8^2}{4} = 2{,}5.$$

Da die Breite des Bleches = 0ᵐ20, ſo wird die Anzahl der Abſcheerungsquerſchnitte ſein $\frac{20}{2{,}5} = 8$, anſtatt 8,4 wie bei der von Lowe angewendeten Formel.

Nachſtehend führen wir noch ein praktiſches Verfahren an, das den Vortheil einer großen Einfachheit hat.

Man nimmt eine Summe von Abſcheerungsquerſchnitten, welche gleich iſt dem Querſchnitt des zu verbindenden Eiſens, multiplicirt mit dem Coefficienten 1,25.

Bei der Annahme der Fig. 6 müßte alſo der ganze Abſcheerungsquerſchnitt ſein 20 × 1 × 1,25 = 25 Quadratcentimeter, und da jeder Niet zwei Abſcheerungsquerſchnitte von je 2,54 Quadratcentimeter hat, ſo wird die Anzahl der zu verwendenden Nieten betragen

$$\frac{25}{2{,}54 \times 2} = 4{,}9 \text{ oder } 5$$

wie vorhergehend.

Dieſe Daten geſtatten die Beſtimmung einer zweckmäßigen Verbindung der Stehrippe und der Gürtungen eines Trägers, können aber nicht auf die Winkeleiſen angewendet werden.

Die Winkeleiſen eignen ſich wegen ihres Profils ſo wenig zur nutzbaren Anwendung einer Ueberdeckung, daß man oft auf den Gebrauch der letztern verzichtet und daß man ſelbſt in vielen Fällen bei der Berechnung der Widerſtände eines Trägers gar keine Rückſicht auf die Winkeleiſen nimmt.

Es iſt in der That leicht begreiflich, daß bei Winkeleiſen mit mittelmäßigen Schenkeln die Ueberdeckung keinen Querſchnitt bieten kann, der dem des Winkeleiſens gleich käme, als indem man die Anbringung von Nieten unmöglich macht.

Wenn man die Winkeleiſenüberdeckung ganz wegläßt, ſo hat man die Gewohnheit die beiden Enden an die Stehrippe mittels zweier ſehr nahe beieinander liegenden Nieten a a (Fig. 7) oder mittels eines einzigen Nietes b an dem Zuſammenſtoß zu befeſtigen.

Bei der Verzeichnung eines Trägers hat man darauf zu ſehen, daß ſich die verſchiedenen Stöße nicht in ein und derſelben Ebene ſenkrecht zum Träger befinden; es iſt oft leicht dieſe Anordnung (Fig. 7) auszuführen, beſonders bei jenen Theilen der Conſtruction, welche nicht ſichtbar ſind.

3. Verbindung der Träger, die ſich unter einem gewiſſen Winkel vereinigen. — Gewöhnlich ſtoßen die Träger der eiſernen Brücken (im Grundriß) unter einem Winkel von 90° zuſammen; ſchiefe Ver-

Digitized by Google

bindungen vermeidet man wegen der großen Schwierigkeiten in der Ausführung.

Uebereinander liegende Träger. — Dieſe Conſtructionsweiſe (8 u. 9) findet man bei kleinen Brückenbalken oder Querbalken, die über Langſchwellen oder Strebebändern liegen müſſen; es wird dazu eine bedeutende Höhe erfordert; ein Uebelſtand, welcher ſelten durch die leichtere Ausführung ausgeglichen wird. Das obere Verbandſtück iſt gewöhnlich ſo angeordnet, daß es nur wie ein Balken arbeitet, der an ſeinen beiden Enden unterſtützt wird. Einige Nieten genügen dann zu ihrer Befeſtigung.

Träger von verſchiedenen Höhen, deren Achſen in ein und derſelben Ebene liegen. — In Fig. 10 bis 13 ſind einige Verbindungen angegeben, welche gebräuchlich ſind, wenn der kleine Balken ein doppelt ⊤ Eiſen iſt. Eine ähnliche Verbindung wie in Fig. 14 und 15 wird man anwenden, wenn das doppelte ⊤ Eiſen durch eine Stehrippe aus Blech mit Winkeleiſen erſetzt wird. In Fig. 16 iſt der kleine Balken noch mit Gürtungen armirt.

Wir geben natürlicher Weiſe nur einige der am häufigſten vorkommenden Verbindungen an; combinirt man ſie, ſo kann man die mannigfaltigſten Varietäten herſtellen.

In ökonomiſcher Beziehung iſt es zweckmäßig, eine möglichſt vollſtändige Einlaſſung herzuſtellen. Man kann ſich überzeugen, daß die Anzahl von Einlaſſungsnieten genügend iſt, wenn man annimmt, daß der Träger anſtatt des normalen Querſchnittes einen Querſchnitt hätte, der durch die ihn zuſammenhaltenden Nieten beſtimmt wird. In dem Fall der Fig. 12 z. B. wäre es nöthig, daß das Moment des Widerſtandes des Körpers m n o p mindeſtens gleich ſei dem Moment des Widerſtandes des doppelten ⊤, wenn die Dimenſionen dieſes letztern bloß in Bezug auf die Widerſtandsfähigkeit beſtimmt wurden.

Wenn ein großer Träger mit einem bloßen Querbalken verbunden wird, ſo verhütet man die Verbindung durch eine Rippe oder durch Klammern auf verſchiedene Art (Fig. 10, 13, 15).

Träger von verſchiedenen Höhen, deren unteren Theile in ein- und derſelben horizontalen Ebene liegen. — Dies iſt ein Fall, welcher häufig vorkommt; wir geben nur ein Beiſpiel davon in Fig. 17, denn es genügt bei einer Conſtruction dieſer Art mit einigen Varianten die durch die übrigen Figuren angegebenen Verbindungen zu wiederholen.

Wenn die Höhe d e (Fig. 17) im Verhältniß zu der Breite f g ſehr groß iſt, ſo kann man die Annahme kaum noch gelten laſſen, daß die Einlaſſungsnieten unter denſelben Verhältniſſen arbeiten als in der vorhergehenden Verbindung (Fig. 12); natürlicher iſt es anzunehmen, daß die neutrale Achſe des die Einlaſſung bildenden Theils durch einen Punkt K nächſt den untern Gürtungen geht, um den ſich die Drehung zu vollziehen ſtrebt.

Träger von gleicher Höhe, deren Achſen in ein- und derſelben horizontalen Linie liegen. — Das wirkſamſte Verbindungsmittel beſteht hier in der Anwendung von horizontalen Deckplatten, denen man eine große Oberfläche geben kann (Fig. 18).

Da es ſchwierig iſt, in allen Fällen eine vollſtändige Einlaſſung herzuſtellen und da man im voraus auf eine Störung denken muß, die mit der Zeit an der Verbindungsvernietung vorkommen kann, deren Elemente gewöhnlich bedeutenden Anſtrengungen gegen den Zug ausgeſetzt ſind, ſo iſt es vortheilhaft, den einen der Balken auf die Gürtung des andern zu ſetzen wie in Fig. 17. Dieſe oft anwendbare Anordnung vermehrt die Feſtigkeit der Verbindung ungemein.

Hinſichtlich der Berechnung der Querbalken ertheilt der Ingenieur Brame den Rath, als Maximalbruchmoment ein Mittel zwiſchen dem Bruchmoment des auf zwei Stützpunkten liegenden Querbalkens und dem Bruchmoment desſelben Verbandſtückes, das an ſeinen beiden Enden eingelaſſen iſt, anzunehmen.

Bei der Annahme einer gleichmäßig vertheilten Belaſtung muß man alſo ſtatt der beiden Gleichungen:

$$\frac{p\,L^2}{8} = \frac{R\,I}{n},$$

oder

$$\frac{p\,L^2}{12} = \frac{R\,I}{n},$$

die mittlere Formel:

$$\frac{p\,L^2}{10} = \frac{R\,I}{n}$$

anwenden.

Digitized by Google

Fig. 1.

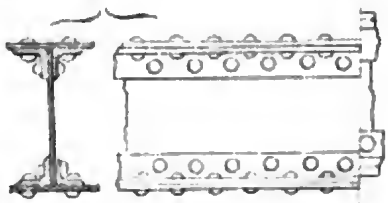


Fig. 8.

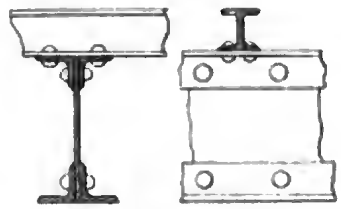


Fig. 9.

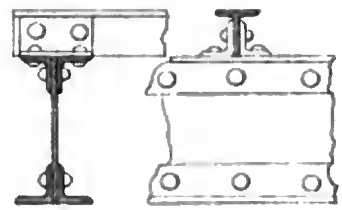


Fig. 10.

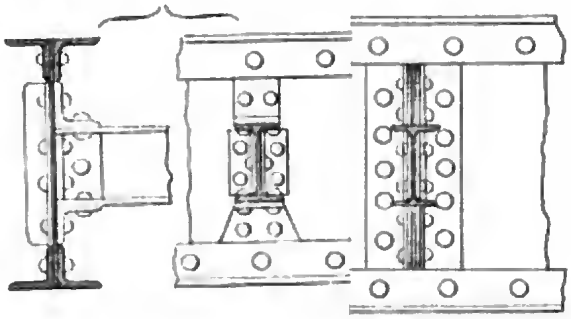


Fig. 14.

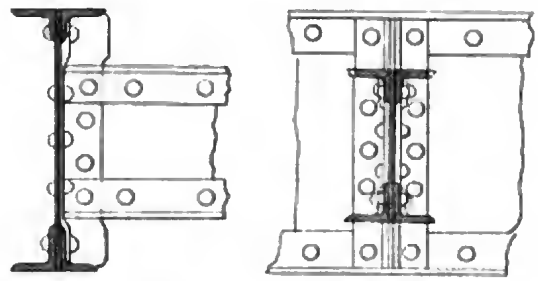


Fig. 1

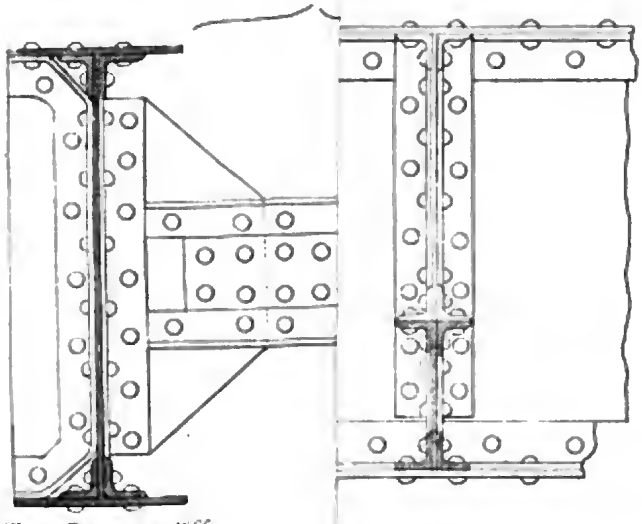
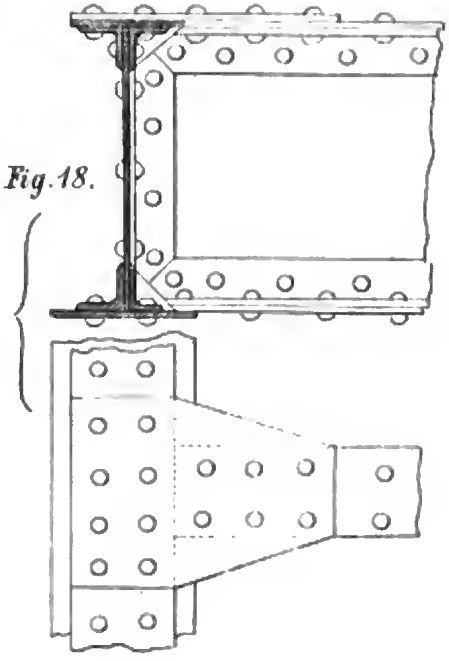


Fig. 18.

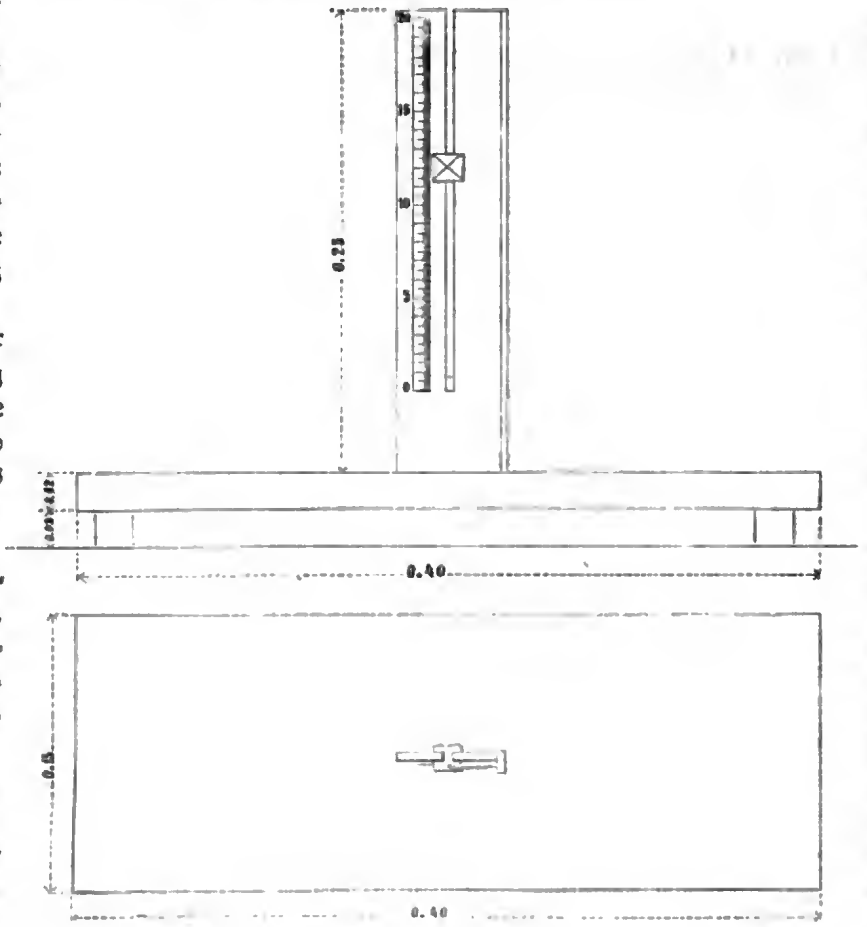


Allgem. Bauzeitung 1865

Digitized by Google

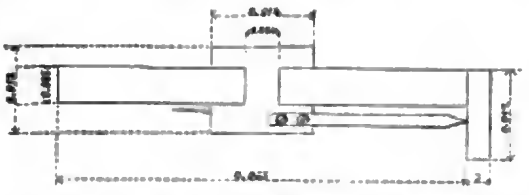
# Der Flexometer.

Mit dieſem Namen haben die Ingenieure Mallet und Amyot das nachſtehend dargeſtellte Inſtrument bezeichnet, mit dem man die Biegungen der Brücken bei ihren Probebelaſtungen mißt. Mittels dieſer Vorrichtung kann man in jedem Moment mit der größten Leichtigkeit die Zunahme des Pfeils beobachten, der durch die Wirkung des aufgelegten todten Gewichtes entſteht; auch gibt ſie die ſtärkſte Senkung der Brückenbahn beim Uebergang der rollenden Belaſtung an. Die Reſultate des Inſtruments ſind bis auf mindeſtens einen Millimeter genau.




Es gibt verſchiedene Methoden, durch deren Anwendung man dieſe Reſultate mit einer gleichen Annäherung, wenn nicht mit größerer Genauigkeit, erreicht; keine aber iſt ſo einfach als die des Flexometers.

Eine auf vier kurzen Füßen ſtehende hölzerne Tiſchplatte trägt in der Mitte ein ſenkrechtes Tableau, das nach ſeiner Längenachſe mit einem Falz verſehen iſt, in welchem ſich mit ſehr ſanfter Reibung ein Schieber bewegt, der an einer Seite eine Feder und einen Zeiger hat. Die an ihrem freien Ende zugeſpitzte Feder übt einen geringen Druck auf eine vor dem Tableau vorſpringende hölzerne Feder aus und verhindert das plötzliche Herunterfallen des Schiebers. Der Zeiger correſpondirt den Theilungen eines längs dem Falz eingeſchnittenen und in Millimeter getheilten Maßſtabes.



Das Inſtrument wird auf die Brückenbahn geſtellt, die Vorderſeite des ſenkrechten Tableaus iſt ſenkrecht auf die Achſe des Geleiſes gerichtet. In dem Falz und unter dem Schieber geht ein eiſerner Draht durch, den man feſt anſpannt und ihn an zwei Pfählen befeſtigt, die jenſeits der Widerlager eingeſchlagen ſind, ſo daß ſie nebſt dem Drahte von der Bewegung der Brückenbahn ganz unabhängig bleiben. Man läßt den Schieber auf den Draht hinab und notirt das von dem Zeiger angedeutete Maß.

Die Probebelaſtung drückt die Brückenbahn nieder und mit ihr den Maßſtab des Flexometers; der Schieber bleibt unbeweglich; man beobachtet von neuem; die Differenz der beiden gefundenen Zahlen drückt den Werth der Senkung der Brückenbahn aus.

Die in den obigen Zeichnungen angegebenen Dimenſionen ſind keine abſoluten; zweckmäßig aber iſt es, daß der horizontale Tiſch eine ſolche Fläche hat, daß man ſie be-



Digitized by Google

laſten kann, damit ſie auf der Brückenbahn einen feſten Stand hat und daß der Lauf des Schiebers nicht geringer ſei als die zu meſſende Biegung.

Das ſenkrechte Tableau muß wegen des bequemen Transports des Inſtrumentes abgenommen oder umgeklappt werden können.

Es bedarf keiner Bemerkung, daß man mittels eines an dem Schieber anzubringenden Verniers die kleinſten Maße beobachten kann.

Der Flexometer wurde bei den officiellen Verſuchen mehrerer Eiſenbahnlinien Frankreichs verwendet und hat die beſten Dienſte geleiſtet.

---

# Notiz über die Anlage und den Gang zweier Heber zur Waſſerförderung.

(Mit Zeichnungen auf Seite 209.)

Die Mittheilung dieſer Notiz dürfte inſofern von Nutzen ſein, als man daraus erkennen lernt, mit welcher Leichtigkeit man ſich dieſer ſehr einfachen Apparate bedienen kann, welche manchmal große Dienſte zu leiſten im Stande ſind und die Aufſtellung von Pumpen erſetzen, welche häufig viele Herſtellungs- und Unterhaltungskoſten verurſachen.

Das die Hütten von Aubin ſpeiſende Waſſer kommt aus Bergwerken und iſt ſtark mit Schwefelſäure geſchwängert, wodurch die Keſſel und die verſchiedenen Apparate angegriffen werden; es wird in ein geräumiges Reſervoir geführt und man hat die Bemerkung gemacht, daß der darin enthaltene Antheil von Säure um ſo bedeutender wird, als man ſich den untern Schichten nähert.

Es iſt daher von großem Nutzen, die möglich größte Menge von Regenwaſſer zu ſammeln und die untern Schichten abzuſpülen, und dieſen Zweck erfüllen die nachſtehend beſchriebenen Heber, was man durch die gewöhnliche Schützenvorrichtung wegen der Schwierigkeit ihrer Erhaltung bei einer Waſſertiefe von 6m0 nicht erreichen kann.

Auf Seite 209 iſt die ausgeführte Anordnung, das Reinigungsreſervoir und der Abflußkanal, dargeſtellt.

Das Reſervoir verſieht die Bedürfniſſe der Werke von Aubin. Sein Flächeninhalt beträgt 28000 Quadratmeter und die mittlere Tiefe 2m40; es iſt daher Raum für eine Waſſermaſſe von 67200 Kubikmeter vorhanden. Geſpeiſt wird das Reſervoir von einem Bache, der in gewöhnlichen Zeiten beinahe ganz von dem in dieſem Thale befindlichen Bergwerken kommenden Waſſer gebildet wird; die Waſſermenge desſelben beträgt im Durchſchnitt 13 Liter pro Secunde oder 1123,0 Kubikmeter in 24 Stunden; in trockener Jahreszeit vermindert ſich dieſe Waſſermenge bis auf 260 Kubikmeter.

Die Bedürfniſſe der Hütte für Condenſation, Befeuchtung der Krätzen, Schlacken, Waſchen der Erze ꝛc. belaufen ſich auf ... .... 10013,00 Kubikm.

Es iſt daher von der größten Nothwendigkeit, Waſſer in das Reſervoir zu führen, das nach der Verwendung nicht mit Elementen geſchwängert iſt, wodurch es verdorben werden kann; auf dieſe Weiſe ſtrömt das zur Condenſation und zu ſonſtigen Zwecken benutzte Waſſer wieder zurück mit einer Quantität von ..... 9046,00 „

Und es beträgt daher das verlorene Waſſer ..... 967,00 Kubikm.

Das mittels des Baches zugeleitete Waſſer beträgt durchſchnittlich ..... 1123,00 „

Und man hat folglich einen Ueberſchuß von ..... 156,00 Kubikm., welcher ſtets für den Dienſt der Anſtalt hinreichend war. Man ſieht übrigens, daß das Niveau bei trockener Jahreszeit ſchnell fällt und daß man nicht einen Tropfen Waſſer verlieren darf.

Dieſes Waſſer iſt wie erwähnt ſchon von Natur mit einer beträchtlichen Quantität Schwefelſäure geſättigt, die um ſo größer wird als man den untern Schichten näher kommt.

Um unter dieſen Verhältniſſen ſo viel als möglich reines Waſſer zu erhalten, benutzt man das Regenwaſſer, zu welchem Zweck die Heber eingerichtet wurden. Das Regenwaſſer fließt oberhalb des Reſervoirs ein und erſetzt das, was die Heber am untern Theile ſchöpfen und welches, wie wir weiterhin ſehen werden, unendlich unreiner iſt als das Waſſer an der Oberfläche.

Digitized by Google

Die Heber bestehen aus Röhren von 0m20 innerem Durchmesser; an den beiden Enden sind hermetisch schließende Ventile angebracht, durch welche das Ansaugen der Heber mittels einer kleinen Pumpe bewirkt wird, die man mit der Hand in Bewegung setzt, in unserer Zeichnung aber nicht angegeben ist. Ueber dem Ansaugungshahn befindet sich ein Trichter zum leichtern Einströmen des Wassers; er ist immer gefüllt, um auf diese Weise einen hermetischen Schluß zu bilden.

Der Behälter B ist angebracht, um die mitgerissene Luft zu sammeln, welche man durch den Hahn c' austreibt, indem man diesen Raum mit Wasser füllt.

Bei dieser Anlage benutzte man ein Mauerwerk von Quadern und eine Galerie, welche für eine Grundschütze bei X, die aber niemals arbeiten konnte, errichtet wurden. Die Unmöglichkeit diese Schütze bei einer Wassertiefe von 6m0 auf eine ökonomische Weise zu repariren, führte die Verwaltung auf die Einrichtung der Heber, welche der Gegenstand dieser Notiz sind. Der Schacht bestand ebenfalls, was die große Länge erklärlich macht, die dem horizontalen Theile gegeben wurde und welche auf 4 bis 5m0 hätte reducirt werden können.

Wenn der Heber angesaugt hat, so hebt man das Ventil P, das sich von außen nach innen öffnet, mittels der Stange von Eisendraht, die an dem Ende des Hebels d angebracht ist; das Wasser hebt das Ventil R und die Strömung ist hergestellt. Man hat sich das Mittel vorbehalten, dieses letzte Ventil zu heben, das man während des Ganges anhängt, damit sich dem freien Eintritt des Wassers in den Apparat kein auch noch so geringer Widerstand entgegenstellt; man braucht aber nur das Ventil P zu bewegen, damit sich R sehr lebhaft öffnet, wovon man sich leicht überzeugt, wenn man die Kette von R in die Hand nimmt, welche in dem Moment, wo man auf das Ventil P wirkt, leicht gespannt wird.

Ist der Apparat im Gange so füllt sich der Behälter B sehr schnell mit Luft und man muß daher alle Viertelstunden das Wasser erneuern. Dieses so oft wiederholte Manoeuvre würde einen Zwang bilden und die Gegenwart von zwei Männern nothwendig machen, wenn die Apparate in Thätigkeit sind; man wollte sich von dem Nutzen dieses Manoeuvres überzeugen, und indem man die beiden Hähne schloß und B voll Wasser ließ, ließ man die Apparate arbeiten, welche immer dieselbe Wassermenge ergossen, wie man aus der Stärke der Schicht eines Ueberfalles mit dünnen Wänden schloß, der in dem Abzugskanal hergestellt worden war; das von einer gewissen Geschwindigkeit belebte Wasser zog die Luft mit sich, welche nicht an dem obern Theile blieb, wie wir einen Moment befürchtet hatten.

Wenn man den Abfluß anhalten will, so legt man zuerst das Ventil R frei, welches stets gehoben ist, so lange der Apparat arbeitet; dann hängt man die Kette aus und läßt das Ventil P nieder; der Heber hält an, voller Wasser, und ist bereit wieder in Gang zu kommen. Wenn die Ventile, einige Minuten vor der Ingangsetzung, etwas verlieren, so ersetzt man das Wasser, das etwa entwichen ist, mittels der kleinen Pumpe.

Um sich genau von der Wassermenge des Hebers zu überzeugen, brauchte man nur Wasser in ein Bassin von bekannter Größe zu leiten; allein die Wassermenge ist zu bedeutend und würde, wenn man dieses Mittel angewendet hätte, Kosten erfordert haben, die mit dem zu erreichenden Zweck in gar keinem Verhältnisse mehr ständen. Man ist aber zu einem approximativen Resultat gelangt, indem man unterhalb am Ende der Abzugsgalerie einen Ueberfall mit dünnen Wänden und mit einer Breite von 0m80 herstellte; die Galerie hat 1m0.

Man beobachtete mit Sorgfalt die Schichtenhöhen, die Zeit des Arbeitens der Apparate und die Resultate waren folgende:

### Erster Versuch.

Die beiden Heber wurden geöffnet um 1h 8';

Die Höhe der Schicht war 0m260 und der Ausfluß nach der Formel:

$$Q = K\,L\,H\,\sqrt{2\,g\,H},$$

und indem man K = 0,405 macht, ist

$$Q = 0{,}405 \times 0^m800 \times 0^m260 \times \sqrt{19{,}62 \times 0^m260} = 190 \text{ Liter.}$$

Um 6 Uhr Abends, d. h. binnen 4h 52', ergossen sie 3320 Kubikmeter. Der Heber Nr. 1 wurde angehalten und der Heber Nr. 2 arbeitete allein bis am andern Morgen um 6 Uhr. Die Schicht war 0m135 und correspondirte einer Wassermenge von 4968 Kubikmetern während dieser 12 Arbeitsstunden.

Bei diesem ersten Versuche betrug die Differenz der Höhe zwischen der Oberfläche des Wassers in dem Reservoir und dem Abgangspunkte (Höhe h) 7m210: die Höhe des Gefälles.



Digitized by Google

### Zweiter Verſuch.

Der Heber Nr. 1 wurde 8 Uhr Morgens geöffnet.

Er wurde geſchloſſen um 6 Uhr Abends.

Er arbeitete 10 Stunden.

Die Höhe der Schicht war $0^m141$, die totale Waſſermenge in dieſen zehn Stunden 3088 Kubikmeter.

Die Höhe h war gleich $7^m115$.

Bei dieſem Verſuche compenſirte das Waſſer des Baches das in der Hütte als Dampf u. ſ. w. verlorene Waſſer; ein gehörig eingetheilter und zu dieſem Zweck aufgeſtellter Maßſtab zeigte in dem Niveau des Baſſins keine merkliche Veränderung.

Im Augenblick der Oeffnung des Hebers zeigte

| | |
|---|---|
| der Maßſtab ..... ..... ..... | $0^m305$ |
| Beim Anhalten des Hebers..... | $0^m400$ |
| Das Waſſer war gefallen um ..... | $0^m095$ |

Es wurde oben bemerkt, daß der durchſchnittliche Flächeninhalt des Baſſins 28000 Quadratmeter beträgt; multiplicirt man dieſelbe mit $0^m095$, ſo erhalten wir eine Waſſermenge von 2660 Kubikmetern, etwas weniger als die Waſſermenge beim Ueberfall.

An dem Bache, an der Oberfläche des Baſſins und am Ausfluß der Heber wurden mehrmals Unterſuchungen gemacht; die durchſchnittlichen Reſultate davon waren:

| | |
|---|---|
| Waſſer des Baches..... | $0^{gr}38$ Schwefelſäure |
| „ an der Oberfläche des Baſſins | $0^{gr}46$ pro Liter |
| „ am Ausfluß der Heber ..... | $0^{gr}89$ Waſſer. |

Man ſieht, daß der Zweck erreicht wurde und daß das ausgeſtoßene Waſſer gewiß dasjenige iſt, was in den Keſſeln und den verſchiedenen Apparaten die ätzenden Wirkungen hervorbringen würde.

Zu bemerken iſt noch, daß man den Heber nur in Gang ſetzen muß, wenn er vollſtändig mit Waſſer gefüllt iſt; der Strahl iſt continuirlich und vollkommen regelmäßig.

---

## Bemerkungen über ſchiefe Durchläſſe mit Flügelmauern.

(Mit Zeichnungen auf Seite 215 und 217.)

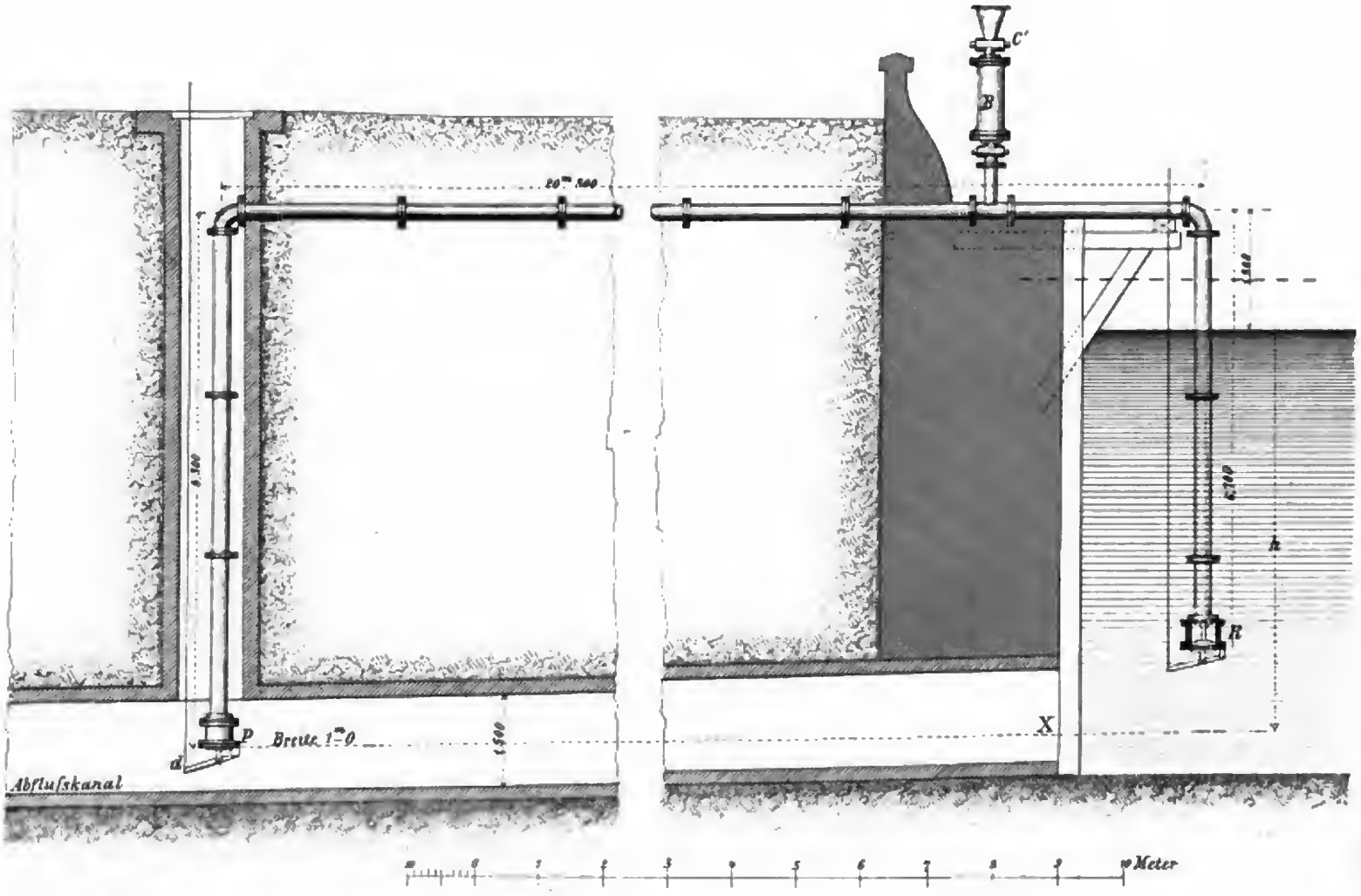
Bei dem Bau der ſchiefen Durchläſſe mit Flügelmauern iſt zu bemerken, daß die Winkel, welche durch die Fugen der die Bekrönung bildenden Steinſchichten und die innern und äußern Winkel der Flügelmauern gebildet werden, verſchieden von denen ſind, welche im Allgemeinen auf den dem Werkmeiſter übergebenen Zeichnungen angegeben werden. Obſchon ein graphiſches Verfahren beſteht, um den Werth dieſer Winkel zu beſtimmen, das jedem ſich mit dem Steinſchnitt eingehender Beſchäftigenden bekannt iſt, ſo wäre es doch von großer Wichtigkeit zur Beſtimmung ſolcher unbekannten Größen ein reines Zahlenverhältniß anzuwenden.

Es iſt zuvörderſt zu bemerken, daß aus der Kenntniß von einem der Winkel, die durch die äußere Kante der Plinthe oder der Steinfugen und die Kanten der aufſteigenden Flügelmauern gebildet werden, ein ſehr einfaches Mittel hervorgeht, um numeriſch die Breite der aufſteigenden Mauern nach ihrer Neigung zu beſtimmen. Außerdem alſo, daß es dringend nothwendig iſt die Größe dieſer Winkel kennen zu lernen, um den erwähnten Steinen einen ſolchen Schnitt zu geben, daß ihre Fugen parallel mit der äußern Kante der Plinthe liegen, iſt es offenbar, daß die Kenntniß dieſer Winkel, des ſtumpfen Winkels z. B., ein unbeſtreitbares Erforderniß iſt, weil wir dadurch auf den Weg geführt werden, die Breite der ſteigenden Mauer nach der beſtehenden Neigung zu beſtimmen; ein Werth, welcher bekannt ſein muß, ſei es auch nur wegen der perſönlichen Ueberzeugung des mit der Leitung eines ſolchen Baues betrauten Beamten. Es iſt doch gewiß eine ſehr große Genugthuung für einen Bauleiter, ſolche Dimenſionen numeriſch zu beſtimmen, anſtatt ſie an dem einmal ausgeführten Werke ſelbſt abzunehmen. Es iſt offenbar, daß man bei Beobachtung des letztern Verfahrens auf keine poſitive Weiſe die Uebereinſtimmung der dem Entrepreneur vorher übergebenen Zeichnungen mit dem ausgeführten Werke beſtätigen kann.

Wir denken uns nun folgende Aufgabe, welche zu löſen iſt. Es ſei einer von den Winkeln gegeben, die durch die Achſe eines ſchiefen Durchlaſſes mit der Straßenachſe (Fig. 1 u. 2) gebildet werden, und man ſoll numeriſch den Werth von einem der Winkel, des ſtumpfen Winkels z. B., beſtimmen, der von einer der Längenkanten der aufſteigenden ſtromaufwärtigen Flügelmauern und der äußern Kante der Plinthe gebildet wird.

Digitized by Google

# Anlage zweier Heber zur Wasserforderung




Allgem Bauzeitung 1865.



Digitized by Google

Digitized by Google

Um das Verſtändniß dieſer Aufgabe zu erleichtern, betrachten wir:

1. Fig. 3, welche der Grundriß einer ſtromaufwärtigen oder obern Mauer und worin die Herabziehung einer der Diagonalen des Parallelogramms dargeſtellt iſt, das durch die ſichtbare Fläche der ſteigenden Mauer gebildet wird.

2. Das ſtumpfwinklige Dreieck H K R (Fig. 4), deſſen Seiten beziehungsweiſe und in wirklicher Größe, und zwar die eine, die Seite H K, die Breite der Krone nach der ſchiefen Linie, die zweite K R die Länge, und die dritte H R die Länge der Diagonale darſtellen, welche dem ſtumpfen Winkel entgegengeſetzt iſt, der von einer der Kanten der Flügelmauern und der äußern Kante der Plinthe gebildet wird.

Dies vorausgeſchickt gehen wir zur Betrachtung des Dreiecks A B C über; man kennt die Seiten A B und A C der Fig. 3, welche wie bereits erwähnt den Grundriß von einer der obern Flügelmauern darſtellt. In Folge eines Princips der Trigonometrie alſo, das der Auflöſung gewiſſer Dreiecke zur Baſis dient, können wir ſchon die Relation.

$$BC^2 = AB^2 + AC^2 - 2AB \times AC \times \cos BAC \quad (D)$$

ſetzen.

Da dieſe Formel für die logarithmiſche Berechnung wenig Bequemlichkeit hat, ſo müſſen wir trachten, damit die nöthigen Verwandlungen vorzunehmen, um ſie dazu paſſender zu machen. Wir wählen zu dieſem Zweck die bekannte Formel:

$$2 \sin^2 \tfrac{1}{2} A = 1 - \cos A,$$

welcher Ausdruck uns den Werth von cos A liefert, welcher gegeben wird durch die Relation

$$\cos A = 1 - 2 \sin^2 \tfrac{1}{2} A;$$

ſubſtituirt man alſo dieſen letztern Werth in die Gleichung D, ſo ſtellt ſich dieſe unter folgender Form dar:

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc\,(1 - 2 \sin^2 \tfrac{1}{2} A).$$

Wir bemerken jetzt, daß in dem zweiten Gliede dieſer Gleichung das Trinom $b^2 + c^2 - 2bc$ die Entwicklung des Quadrats des Binoms $b - c$ darſtellt; ſubſtituiren und effectuiren wir nun die in Parentheſis angegebenen Berechnungen, ſo wird dieſe letztere Relation:

$$a^2 = (b-c)^2 + 4bc \sin^2 \tfrac{1}{2} A;$$

ſetzen wir $(b-c)^2$ als gemeinſchaftlichen Factor, ſo wird

$$a^2 = (b-c)^2 \left(1 + \frac{4bc \sin^2 \tfrac{1}{2} A}{(b-c)^2}\right).$$

Dieſes feſtgeſetzt machen wir $\frac{4bc \sin^2 \frac{1}{2} A}{(b-c)^2}$ gleich dem Quadrat einer Hülfstangente, der $\tan^2 \alpha$ z. B., und es wird dieſe letztere Relation die Form annehmen:

$$a^2 = (b-c)^2 (1 + \tan^2 \alpha);$$

nun iſt $1 + \tan^2 \alpha \sec^2 \alpha$ gleich; aber $\sec^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$; ſubſtituirend wird alſo

$$a^2 = (b-c)^2 \left(\frac{1}{\cos^2 \alpha}\right),$$

woraus

$$a = \frac{b-c}{\cos^2 \alpha}.$$

Nähert man dieſe Formel derjenigen, welche den Werth von Tangente L gibt, der, aus der Relation

$$\tan^2 \alpha = \frac{4bc \sin^2 \frac{1}{2} A}{(b-c)^2}$$

abgeleitet, gleich iſt

$$\frac{2\sqrt{bc \sin \frac{1}{2} A}}{b-c}$$

ſo erhalten wir ſchließlich die Formeln

$$\tan L = 2 \frac{2\sqrt{bc \sin \frac{1}{2} A}}{b-c}$$

$$a = \frac{b-c}{\cos \alpha},$$

welche bei Anwendung der logarithmiſchen Berechnung uns den Werth von klein a liefert.

Da klein a bekannt, ſo betrachten wir das Rechteck B C m (Fig. 3), in welchem die Seiten des rechten Winkels, welche bekannt ſind, die eine, die Seite B C die horizontale Projection der erwähnten Diagonale, und die andere, die Seite C m, die Verticale darſtellen, welche den Abſtand von dem Ende der Flügelmauer und der horizontalen Ebene mißt, welche von der obern Ebene der Plinthe gebildet wird. Die Hypothenuſe iſt alſo die einzige Unbekannte, und dieſe iſt nichts anderes als die wirkliche Länge der Diagonale, deren Werth uns gegeben wird durch die Gleichung:

$$Bm^2 = \sqrt{BC^2 + CM^2}$$

Nach Beſtimmung dieſer Unbekannten beſitzen wir alle nöthigen Elemente zur Auflöſung unſeres Problems. In der That, wenn wir das Dreieck H K R (Fig. 4) betrachten, ſo haben wir in demſelben, deſſen Seite H K die Breite der Flügelmauer nach der ſchiefen Linie, die Seite K R die wirkliche Länge dieſer aufſteigenden Mauer (Fig. 1 u. 2), und die Seite H R die Länge der dem Winkel H K R entgegengeſetzten Diagonale darſtellen, den Werth der drei Seiten; die Aufgabe iſt alſo auf die Auflöſung dieſes Dreiecks nach dem Verfahren der Trigonometrie zurückgeführt.

Digitized by Google

Die Formel z. B.

$$\text{tang } \tfrac{1}{2} K = \sqrt{\frac{(p-h)(p-r)}{p(p-k)}} \quad \ldots \quad (D')$$

wird uns dieſen Werth liefern.

Kennen wir den Werth dieſes Winkels, ſo brauchen wir nur, um den des ſtumpfen Winkels zu finden, dieſen erſten Werth von 180° abzuziehen, da die einem Parallelogramm entgegengeſetzten Winkel Supplementwinkel ſind.

Wie bereits bemerkt beſchäftigen wir uns nun mit der Beſtimmung der Breite der Flügelmauer nach ihrer Neigung; eine Breite, welche ſenkrecht auf die Kanten genommen wird. Betrachten wir zu dieſem Zweck die Fig. 5, welche angenommen die ſichtbare Vorderſeite der Flügelmauer darſtellt; es iſt dann offenbar, daß der Winkel YSP den ſtumpfen Winkel darſtellt, welcher von der Kante der Plinthe und der äußern oder innern Flügelmauer gebildet wird; dieſer Winkel iſt alſo bekannt, weil uns ſein Werth von der Formel (D') geliefert wird. Hiernach errichten wir an dem Punkt S eine Senkrechte über SP, wodurch wir ein rechtwinkliges Dreieck YSx beſchreiben, worin wir die Hypothenuſe SY, welche die Breite der Flügelmauer nach der ſchiefen Linie, ſo wie auch den ſpitzen Winkel SYx kennen lernen, welcher offenbar gleich iſt YSP — xSP. In Folge eines trigonometriſchen Lehrſatzes in Betreff der Auflöſung der rechtwinkligen Dreiecke haben wir alſo den Werth der Seite Sx, welche durch die Relation

$$Sx = YS \times \cos YSx$$

geliefert wird.

Wenden wir die trigonometriſche Berechnung auf dieſe Formel an, ſo wird ſie ſich folgendermaßen geſtalten:

$$\log Sx = \log YS + \log \cos YSx.$$

Wir laſſen nachſtehend die Berechnungen zur Beſtimmung von jeder der Unbekannten der Aufgabe, wie auch die daraus abgeleiteten Formeln folgen. (Die beſonderen Werthe der bekannten Größen ſind in Fig. 3, 4 und 5 an ihren gehörigen Plätzen eingeſchrieben).

**Formeln und Berechnungen zur Beſtimmung der Winkel, welche von den Kanten der Flügelmauern und der äußern Kante der Plinthe gebildet werden.**

$$\text{tang } \alpha = \frac{2\sqrt{bc}\,\sin \tfrac{1}{2} A}{b-c}$$

$$a = \frac{b-c}{\cos L}$$

$c = 0{,}68$; $b = 2{,}44$; $b - c = 1{,}76$; $A = 133°$;
$\tfrac{1}{2} A = 66°30'$

$$\log \text{tang } L = \log 2 + \tfrac{1}{2} \log b + \tfrac{1}{2} \log c + \log \sin \tfrac{1}{2} A + \text{Ergänz. log } (b-c) - 10$$

$\log 2 = 0{,}3010300$
$\tfrac{1}{2} \log 2{,}44 = 0{,}1936949$
$\tfrac{1}{2} \log 0{,}68 = \overline{1}{,}9162545$
$\log \sin 66°30' = \overline{1}{,}9623978$
Ergänz. log $1{,}76 = 9{,}7544874$
$10{,}1278646$
$- 10$
$\log \text{tang } \alpha = 0{,}1278646$
$\text{tang } \alpha = 53°18'50''$

$$a = \frac{b-c}{\cos \alpha} = \frac{1{,}76}{\cos 53°18'50''}$$

$\log a = \log 1{,}76 + \text{Ergänz. log cos } 53°18'50'' - 10$
$\log 1{,}76 = 0{,}2455126$
Erg. log cos $53°18{,}50'' = 10{,}2237124$
$10{,}4692250$
$- 10$
$\log a = 0{,}4692250$
$a = 2{,}9459$

$$Bm = \sqrt{1{,}61^2 + 2{,}945^2} = 3^m 356$$

$$\text{tang } \tfrac{1}{2} K = \sqrt{\frac{(p-h)(p-r)}{P(p-k)}}$$

$K = 3{,}356$, $h = 2{,}92$ und $r = 0{,}68$

$$p = \frac{3{,}356 + 2{,}92 + 0{,}68}{2} = 3{,}478 = 3{,}48$$

$(p-r) = 2{,}80$; $(p-h) = 0{,}56$; $(p-K) = 0{,}12$

Log tang $\tfrac{1}{2} K = \tfrac{1}{2}$ [log $(p-h)$ + log $(p-r)$ + Erg. log $p$ + Erg. log $(p-K) - 20$]

Log $(p-h) = 1{,}7481880$
Log $(p-r) = 0{,}4471580$
Erg. Log. $p = 9{,}4584208$
Erg. Log $(p-K) = 10{,}9208187$
$20{,}5745855$
$- 20$
$0{,}5745855$
$\tfrac{1}{2} \quad 0{,}2872927$
Log tang $\tfrac{1}{2} K = 0{,}2872927$
tang $\tfrac{1}{2} K = 62°42'10''$
tang $K = 125°24'20''$

$180° - 125°24'20'' = 54°35'40'' =$ dem Werth des ſpitzen Winkels.

**Formel und Berechnungen zur Beſtimmung der Breite der Flügelmauern nach ihrer Neigung.**

$$Sx = yS \times \cos ySx$$

Digitized by Google

$$\text{Log } S\,x = \log y\,S + \log \cos y\,S\,x$$
$$y\,S = 0{,}68$$
$$y\,S\,x = 125°\,24'\,20'' - 90° = 35°\,24'\,20''$$
$$\text{Log } 0{,}68 = 1{,}8325089$$
$$\text{Log cos } 35°\,24'\,20'' = 1{,}9111958$$
$$\text{Log } S\,x = 1{,}7437047$$
$$S\,x = 0{,}55425.$$

Da ſich übrigens das vorſtehende Problem durch die Conſtruction einer beſondern Tabelle, welche die Werthe der Unbekannten für jeden beſonderen Fall enthält, bedeutend vereinfachen läßt, ſo hat man eine ſolche ausgearbeitet, in welcher die Werthe der Unbekannten angegeben ſind, welche den ſchiefen Winkeln von 20° bis 60° und den horizontalen Stärken der Flügelmauer von 0m bis 2m0 correſpondiren (Seite 214).

Dieſe äußerſten Grenzen für die beſondern Werthe der bekannten Größen dürften ausreichend ſein, denn einestheils würde ein Werth von weniger als 20° des ſchiefen Winkels das Bearbeiten der die Plinthen des Durchlaſſes oder die Flügelmauern bildenden Steine außerordentlich ſchwierig, wo nicht unmöglich machen, und anderſeits iſt es ſelten, daß bei Bauwerken dieſer Art für die Breite der Flügelmauern mehr als 2m0 erforderlich wären.

In jedem Falle kann es kein leichteres Mittel geben als mit Hülfe der vorſtehend angegebenen Formel den Werth der Unbekannten für den Fall zu beſtimmen, wo die Werthe der bekannten Größen die Grenzen der Tabelle überſchreiten möchten. Der Gebrauch dieſer Tabelle iſt mit keinerlei Schwierigkeit verbunden, weßhalb wir auch nicht näher darauf eingehen; zu bemerken iſt aber, daß bei dem oben angeführten Beiſpiel der Werth 125° 24′ (die Secunden unberückſichtigt gelaſſen) des unbekannten Winkels für den Fall, wo der Winkel der ſchiefen Richtung gleich iſt 47° für denſelben Fall verſchieden iſt von dem, der in dieſer Tabelle vorkommt; dieſe Verſchiedenheit hat weſentlich darin ihren Grund, daß die Zahlen, deren Logarithmen wir nehmen mußten, bei der Aufſtellung der Tabelle mit einer größeren Annäherung angenommen wurden.

Außerdem iſt zu bemerken, daß der Gebrauch der Tabelle auf alle Flügelmauern ohne Unterſchied anzuwenden iſt.

Das Verfahren zur Beſtimmung der Länge eines ſchiefen Durchlaſſes für den Fall, wo der correſpondirende Theil der Straße in gerader Linie liegt, hat keine Schwierigkeiten, welche einer beſonderen Erwähnung bedürften; es beſchränkt ſich auf die einzige Auflöſung eines rechtwinkligen Dreiecks, von dem eine der Seiten des rechten Winkels, die Breite der Straße, der eine ſtumpfe Winkel den Winkel der ſchiefen Richtung und die Hypothenuſe die Unbekannte darſtellt; es iſt daher überflüſſig in weitere Details deßhalb einzugehen.

Dagegen erfordert das Verfahren in dem Falle, wo der Theil der Straße, welcher der Stelle des Durchlaſſes correſpondirt, eine Curve und eine Contrecurve (Fig. 3, Seite 217) bildet, deren gemeinſchaftlicher Berührungspunkt unmittelbar in der Achſe des letzteren liegt, offenbar eine größere Uebung in der Auflöſung der trigonometriſchen Aufgaben.

Da dieſes Verfahren einzig in der Auflöſung eines ſtumpfwinkligen Dreieckes beſteht, ſo muß ſie ihrer Natur nach eine ganz elementare ſein; von dieſem Geſichtspunkt aus betrachtet, hätten wir eine Mittheilung darüber ganz unterlaſſen können; da aber doch nicht Jedermann ſo viel Zeit hat, ſich mit der Auflöſung ſolcher Aufgaben zu beſchäftigen, ſo haben wir zur größeren Bequemlichkeit der Fachgenoſſen uns dieſer Arbeit unterzogen.

*Es ſei der Winkel gegeben, welcher von der Achſe einer Straße und der eines Durchlaſſes gebildet wird und man ſoll nun numeriſch die halbe Länge des Durchlaſſes nach der ſchiefen Richtung beſtimmen.*

Um die Fig. 1 und 2 Seite 217 nicht zu compliciren, haben wir in Fig. 3 dargeſtellt: 1. die Achſe des Durchlaſſes, 2. die Achſe der Straße, 3. die Tangenten, 4. die Curven und Halbmeſſer, 5. die zur Auflöſung des Problems nothwendigen Linien.

Wir werden die Aufgabe zuvörderſt im Allgemeinen, dann aber numeriſch behandeln und den bekannten Größen ihre gehörigen Werthe geben, die uns als Grundlage bei dieſer Arbeit gedient haben. Betrachten wir zu dieſem Zweck die Fig. 3; verbinden wir den Punkt A mit dem Punkt O, ſo erhalten wir alſo das Dreieck A B O, in welchem die Schenkel B O und O A, welche bekannt ſind, beziehungsweiſe den Halbmeſſer der durch den Punkt B gehenden Curve und dieſen Halbmeſſer ſelbſt, mehr der halben Breite der Straße, darſtellen; außerdem kennt man den Winkel O B A, weil er gleich iſt 90° plus den Winkel der ſchiefen Richtung. Dies vorausgeſetzt bezeichnen wir mit a und b die Seiten, welche beziehungsweiſe den Winkeln BAO und OBA entgegenſtehen, und dieſe ſelbſt mit B und A.

Nach einem Grundſatz in Betreff der Auflöſung beliebiger Dreiecke können wir die Gleichung

Digitized by Google

| Winkel der schiefen Richtung | Winkel, welche durch die Kanten der Flügelmauersteine und der Pflasterkante gebildet werden. | | Breite der Flügelmauersteine nach ihrer Neigung, correspondirend den horizontalen Breiten der Flügelmauern von: | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | stumpfe | spitze | 0 m 50 | 0 m 75 | 1 m 00 | 1 m 25 | 1 m 50 | 1 m 75 | 2 m 0 |
| 90° | 141°58′ | 38°7′ | 0,902 | 1,353 | 1,802 | 2,255 | 2,707 | 3,158 | 3,609 |
| 20°30′ | 141°38′ | 38°22′ | 0,886 | 1,329 | 1,772 | 2,215 | 2,658 | 3,101 | 3,544 |
| 21° | 141°21′ | 38°39′ | 0,871 | 1,307 | 1,742 | 2,178 | 2,614 | 3,049 | 3,485 |
| 21°30′ | 141°3′ | 38°57′ | 0,857 | 1,285 | 1,715 | 2,144 | 2,572 | 3,001 | 3,430 |
| 22° | 140°57′ | 39°3′ | 0,838 | 1,261 | 1,681 | 2,102 | 2,522 | 2,943 | 3,363 |
| 22°30′ | 140°48′ | 39°12′ | 0,825 | 1,238 | 1,651 | 2,064 | 2,477 | 2,890 | 3,303 |
| 23° | 140°33′ | 39°27′ | 0,813 | 1,219 | 1,626 | 2,033 | 2,439 | 2,845 | 3,252 |
| 23°30′ | 140°14′ | 39°46′ | 0,802 | 1,203 | 1,604 | 2,005 | 2,406 | 2,807 | 3,208 |
| 24° | 139°57′ | 40°3′ | 0,790 | 1,186 | 1,582 | 1,977 | 2,372 | 2,768 | 3,163 |
| 24°30′ | 139°40′ | 40°20′ | 0,780 | 1,170 | 1,560 | 1,950 | 2,341 | 2,731 | 3,121 |
| 25° | 139°28′ | 40°32′ | 0,768 | 1,153 | 1,537 | 1,922 | 2,306 | 2,691 | 3,075 |
| 25°30′ | 139°13′ | 40°48′ | 0,758 | 1,138 | 1,517 | 1,897 | 2,276 | 2,656 | 3,035 |
| 26° | 138°50′ | 41°10′ | 0,750 | 1,126 | 1,501 | 1,876 | 2,252 | 2,627 | 3,003 |
| 26°30′ | 138°39′ | 41°21′ | 0,740 | 1,110 | 1,480 | 1,850 | 2,220 | 2,591 | 2,961 |
| 27° | 138°25′ | 41°35′ | 0,730 | 1,096 | 1,461 | 1,827 | 2,192 | 2,558 | 2,923 |
| 27°30′ | 138°5′ | 41°55′ | 0,723 | 1,085 | 1,446 | 1,808 | 2,170 | 2,531 | 2,893 |
| 28° | 137°41′ | 42°19′ | 0,717 | 1,075 | 1,434 | 1,792 | 2,151 | 2,509 | 2,868 |
| 28°30′ | 137°31′ | 42°29′ | 0,707 | 1,061 | 1,415 | 1,769 | 2,123 | 2,476 | 2,830 |
| 29° | 137°8′ | 42°42′ | 0,699 | 1,048 | 1,398 | 1,748 | 2,097 | 2,447 | 2,796 |
| 29°30′ | 136°57′ | 43°3′ | 0,698 | 1,039 | 1,386 | 1,732 | 2,079 | 2,425 | 2,772 |
| 30° | 136°38′ | 43°22′ | 0,686 | 1,029 | 1,373 | 1,716 | 2,059 | 2,403 | 2,746 |
| 30°30′ | 136°25′ | 43°35′ | 0,679 | 1,018 | 1,358 | 1,697 | 2,037 | 2,377 | 2,716 |
| 31° | 136°1′ | 43°59′ | 0,674 | 1,011 | 1,348 | 1,685 | 2,022 | 2,359 | 2,696 |
| 31°30′ | 135°42′ | 44°18′ | 0,668 | 1,002 | 1,336 | 1,670 | 2,005 | 2,339 | 2,673 |
| 32° | 135°24′ | 44°36′ | 0,662 | 0,993 | 1,325 | 1,656 | 1,987 | 2,318 | 2,650 |
| 32°30′ | 135°5′ | 44°55′ | 0,657 | 0,985 | 1,314 | 1,642 | 1,971 | 2,299 | 2,628 |
| 33° | 134°42′ | 45°18′ | 0,652 | 0,978 | 1,305 | 1,631 | 1,957 | 2,283 | 2,610 |
| 33°30′ | 134°27′ | 45°33′ | 0,646 | 0,970 | 1,293 | 1,616 | 1,940 | 2,263 | 2,586 |
| 34° | 134°8′ | 45°52′ | 0,641 | 0,962 | 1,283 | 1,604 | 1,925 | 2,246 | 2,566 |
| 34°30′ | 133°49′ | 46°11′ | 0,636 | 0,955 | 1,273 | 1,593 | 1,910 | 2,229 | 2,547 |
| 35° | 133°31′ | 46°29′ | 0,633 | 0,950 | 1,266 | 1,583 | 1,900 | 2,216 | 2,533 |
| 35°30′ | 133°7′ | 46°53′ | 0,629 | 0,944 | 1,258 | 1,573 | 1,888 | 2,202 | 2,517 |
| 36° | 132°59′ | 47°1′ | 0,622 | 0,933 | 1,244 | 1,555 | 1,866 | 2,178 | 2,489 |
| 36°30′ | 132°30′ | 47°30′ | 0,619 | 0,929 | 1,239 | 1,549 | 1,858 | 2,169 | 2,478 |
| 37° | 132°10′ | 47°50′ | 0,615 | 0,923 | 1,231 | 1,539 | 1,847 | 2,155 | 2,463 |
| 37°30′ | 131°51′ | 48°9′ | 0,611 | 0,917 | 1,223 | 1,529 | 1,835 | 2,141 | 2,447 |
| 38° | 131°30′ | 48°30′ | 0,608 | 0,912 | 1,216 | 1,520 | 1,824 | 2,128 | 2,433 |
| 38°30′ | 131°9′ | 48°51′ | 0,604 | 0,907 | 1,209 | 1,511 | 1,814 | 2,116 | 2,419 |
| 39° | 130°48′ | 49°12′ | 0,601 | 0,902 | 1,202 | 1,508 | 1,804 | 2,105 | 2,405 |
| 39°30′ | 130°27′ | 49°33′ | 0,598 | 0,897 | 1,196 | 1,495 | 1,794 | 2,093 | 2,392 |
| 40° | 130°7′ | 49°53′ | 0,596 | 0,894 | 1,192 | 1,490 | 1,788 | 2,087 | 2,385 |
| 40°30′ | 129°49′ | 50°11′ | 0,594 | 0,891 | 1,188 | 1,485 | 1,782 | 2,079 | 2,376 |

| Winkel der schiefen Richtung | Winkel, welche durch die Kanten der Flügelmauersteine und der Pflasterkante gebildet werden. | | Breite der Flügelmauersteine nach ihrer Neigung, correspondirend den horizontalen Breiten der Flügelmauern von: | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | stumpfe | spitze | 0 m 50 | 0 m 75 | 1 m 00 | 1 m 25 | 1 m 50 | 1 m 75 | 2 m 0 |
| 41° | 129°24′ | 50°38′ | 0,588 | 0,883 | 1,177 | 1,472 | 1,766 | 2,061 | 2,355 |
| 41°30′ | 129°3′ | 50°57′ | 0,586 | 0,879 | 1,172 | 1,465 | 1,758 | 2,051 | 2,344 |
| 42° | 128°39′ | 51°21′ | 0,583 | 0,875 | 1,167 | 1,458 | 1,750 | 2,042 | 2,334 |
| 42°30′ | 128°21′ | 51°39′ | 0,580 | 0,870 | 1,160 | 1,451 | 1,741 | 2,031 | 2,321 |
| 43° | 127°49′ | 52°11′ | 0,579 | 0,868 | 1,158 | 1,447 | 1,737 | 2,027 | 2,316 |
| 43°30′ | 127°29′ | 52°31′ | 0,576 | 0,864 | 1,152 | 1,440 | 1,729 | 2,017 | 2,305 |
| 44° | 127°8′ | 52°52′ | 0,572 | 0,858 | 1,144 | 1,429 | 1,715 | 2,001 | 2,287 |
| 44°30′ | 126°45′ | 53°15′ | 0,571 | 0,857 | 1,143 | 1,428 | 1,714 | 2,000 | 2,286 |
| 45° | 126°22′ | 53°38′ | 0,569 | 0,854 | 1,138 | 1,423 | 1,708 | 1,992 | 2,277 |
| 45°30′ | 126°1′ | 53°59′ | 0,567 | 0,848 | 1,131 | 1,414 | 1,697 | 1,980 | 2,263 |
| 46° | 125°49′ | 54°11′ | 0,563 | 0,845 | 1,127 | 1,409 | 1,690 | 1,972 | 2,254 |
| 46°30′ | 125°26′ | 54°34′ | 0,561 | 0,842 | 1,123 | 1,404 | 1,684 | 1,964 | 2,246 |
| 47° | 125°2′ | 54°58′ | 0,559 | 0,839 | 1,119 | 1,399 | 1,679 | 1,959 | 2,239 |
| 47°30′ | 124°42′ | 55°18′ | 0,557 | 0,836 | 1,115 | 1,393 | 1,672 | 1,951 | 2,230 |
| 48° | 124°19′ | 55°50′ | 0,556 | 0,835 | 1,113 | 1,391 | 1,670 | 1,948 | 2,226 |
| 48°30′ | 123°57′ | 56°3′ | 0,553 | 0,831 | 1,107 | 1,384 | 1,661 | 1,938 | 2,215 |
| 49° | 123°35′ | 56°25′ | 0,551 | 0,827 | 1,103 | 1,379 | 1,655 | 1,931 | 2,207 |
| 49°30′ | 123°10′ | 56°50′ | 0,550 | 0,825 | 1,100 | 1,376 | 1,651 | 1,926 | 2,201 |
| 50° | 122°38′ | 57°22′ | 0,549 | 0,824 | 1,099 | 1,374 | 1,649 | 1,923 | 2,198 |
| 50°30′ | 122°27′ | 57°33′ | 0,547 | 0,820 | 1,093 | 1,367 | 1,640 | 1,913 | 2,187 |
| 51° | 122°7′ | 57°53′ | 0,544 | 0,817 | 1,089 | 1,362 | 1,634 | 1,907 | 2,179 |
| 51°30′ | 121°41′ | 58°19′ | 0,543 | 0,815 | 1,087 | 1,359 | 1,631 | 1,902 | 2,174 |
| 52° | 121°18′ | 58°42′ | 0,542 | 0,813 | 1,084 | 1,355 | 1,626 | 1,897 | 2,168 |
| 52°30′ | 120°44′ | 59°16′ | 0,541 | 0,812 | 1,083 | 1,354 | 1,625 | 1,896 | 2,166 |
| 53° | 120°23′ | 59°37′ | 0,539 | 0,808 | 1,078 | 1,347 | 1,617 | 1,887 | 2,156 |
| 53°30′ | 120°7′ | 59°53′ | 0,538 | 0,807 | 1,076 | 1,345 | 1,614 | 1,883 | 2,152 |
| 54° | 119°45′ | 60°15′ | 0,536 | 0,804 | 1,073 | 1,341 | 1,609 | 1,878 | 2,146 |
| 54°30′ | 119°22′ | 60°38′ | 0,535 | 0,802 | 1,070 | 1,338 | 1,605 | 1,873 | 2,140 |
| 55° | 118°59′ | 61°1′ | 0,534 | 0,800 | 1,067 | 1,333 | 1,600 | 1,867 | 2,134 |
| 55°30′ | 118°36′ | 61°24′ | 0,532 | 0,799 | 1,065 | 1,331 | 1,598 | 1,864 | 2,130 |
| 56° | 118°12′ | 61°48′ | 0,531 | 0,797 | 1,062 | 1,328 | 1,594 | 1,860 | 2,125 |
| 56°30′ | 117°50′ | 62°10′ | 0,530 | 0,795 | 1,060 | 1,325 | 1,590 | 1,855 | 2,120 |
| 57° | 117°25′ | 62°35′ | 0,529 | 0,793 | 1,058 | 1,322 | 1,587 | 1,852 | 2,116 |
| 57°30′ | 116°59′ | 63°1′ | 0,528 | 0,792 | 1,056 | 1,320 | 1,584 | 1,849 | 2,113 |
| 58° | 116°38′ | 63°22′ | 0,527 | 0,790 | 1,053 | 1,317 | 1,580 | 1,844 | 2,107 |
| 58°30′ | 116°14′ | 63°46′ | 0,526 | 0,788 | 1,051 | 1,314 | 1,577 | 1,841 | 2,103 |
| 59° | 115°51′ | 64°9′ | 0,525 | 0,787 | 1,049 | 1,312 | 1,574 | 1,837 | 2,099 |
| 59°30′ | 115°27′ | 64°33′ | 0,524 | 0,785 | 1,047 | 1,309 | 1,571 | 1,833 | 2,095 |
| 60° | 115°4′ | 64°56′ | 0,523 | 0,784 | 1,045 | 1,307 | 1,568 | 1,830 | 2,091 |

Digitized by Google

# Schiefer Durchlass.

*Fig. 1. Grundriss im Niveau des Sturzbettes mit den Projectionen der Plinthen und der Steine der Flügelmauern.*

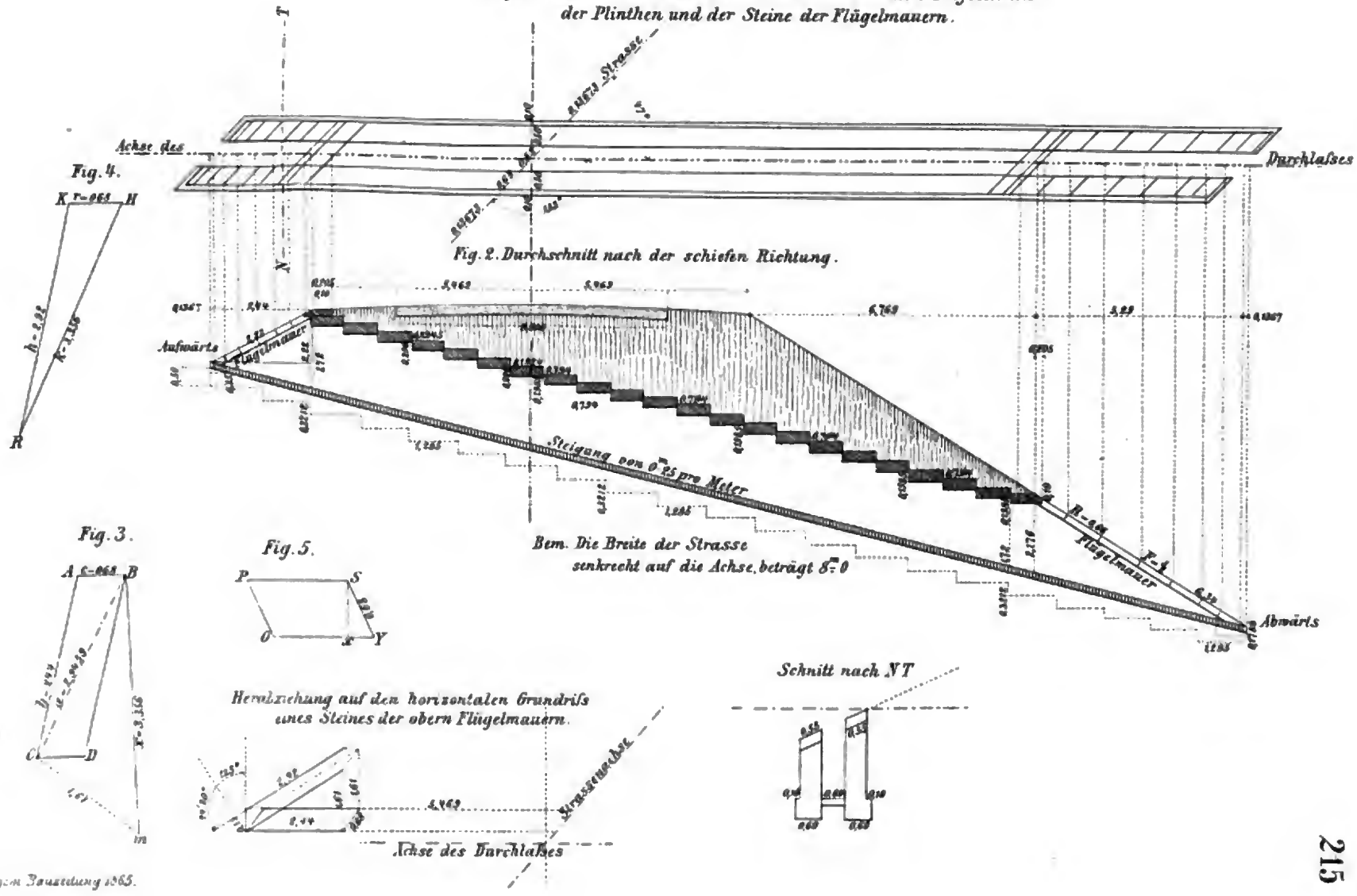



*Fig. 2. Durchschnitt nach der schiefen Richtung.*

*Fig. 4.*



*Fig. 3.*



*Fig. 5.*



*Bem. Die Breite der Strasse senkrecht auf die Achse, beträgt 8·0*

*Herabziehung auf den horizontalen Grundriss eines Steines der obern Flügelmauern.*




*Schnitt nach NT*





Digitized by Google

*Fig. 3.*

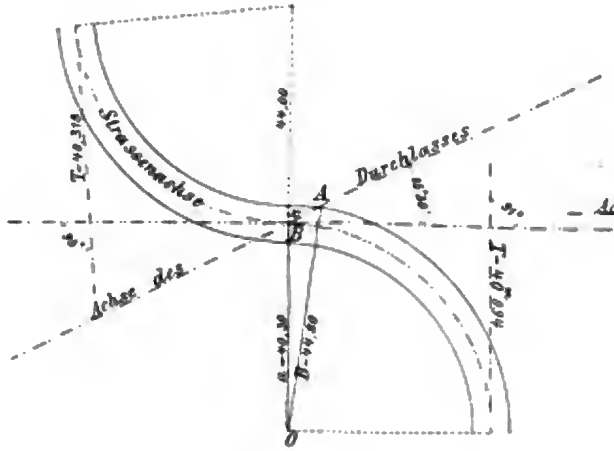



*Fig. 1. Grundriss im Niveau des Sturzbettes nebst den Projectionen der Plinthen u. der Steine der Flügelmauern*

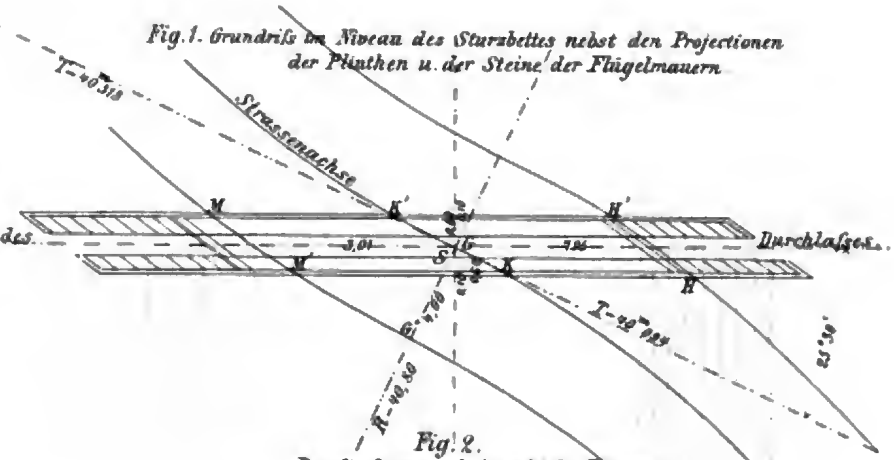
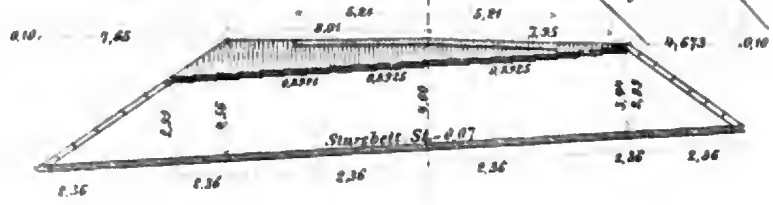



*Fig. 2.*
*Durchschnitt nach der schiefen Richtung*




*Notiz.*

*Um die Längen KH, KH', KM, KM' u.s.w. zu bestimmen, muss man auf ähnliche Weise verfahren wie bei der Bestimmung der Länge des Durchlasses Beispielsweise nachstehend die Berechnung von KM':*

$$KM' = KS + SM$$

$$KS = \text{Cos } \alpha (R - GS) \pm \sqrt{\text{Cos.}^2 \alpha (R - GS)^2 + 2R \times GS - GS^2}$$

$\alpha = 64°30'$

$R = 40^m,80$

$GS = 1,00$

Sin 64°30'

Log. 1,00 = 1,000 000

Log Sin. 64°30' = 1,955 4882

Log GS = 0,0445118

$GS = 1,1079$

$$KS = -\text{Cos. } 64°30' (40,80 - 1,1079) \pm \sqrt{\text{Cos.}^2 64°30' (40,80 - 1,1079)^2 + 2 \times 40,80 \times 1,1079 - 1,1079^2}$$

$KS = 2,44$

$$SM = -\text{Cos. } \alpha (R - SG') \pm \sqrt{\text{Cos.}^2 \alpha (R - SG')^2 + 2R \times SG - SG^2}$$

$\alpha = 64°30'$

$R = 48^m,60$

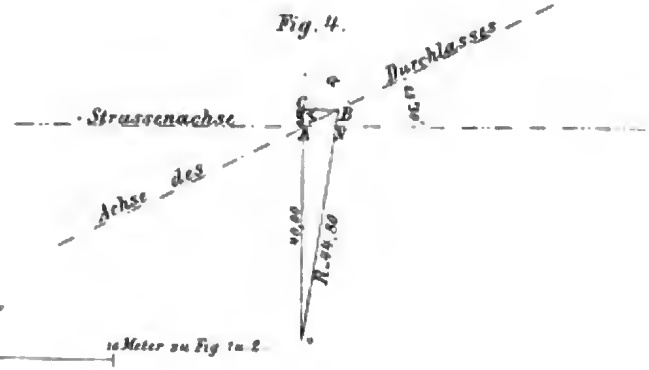
$SG = GG' GS = 1,00 - 1,1079 = 2,8921$

$SM = -\text{Cos } 64°30' (48,8 - 2,8921) \pm \sqrt{\text{Cos.}^2 64°30' (48,8 - 2,8921)^2 + 2 \times 48,8 \times 2,8921 - 2,8921^2}$

$SM = 8^m,95$

$KM = 2,44 + 8,95 = 8^m,45$

*Fig. 4.*




Allgem. Bauzeitung 1865

10 Meter zu Fig 1 u. 2



Digitized by Google

$$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B}$$

ſetzen, welche uns bei Anwendung der logarithmiſchen Berechnung die Gleichung

$$\log \sin A = \log a + \log \sin B + \text{Erg.} \log b - 10$$

und folglich den Werth des Winkels A liefert.

Iſt dieſer Winkel bekannt, ſo ſind wir im Beſitz aller nothwendigen und hinreichenden Elemente zur Beſtimmung des Werthes der Unbekannten B A, welche wir mit x bezeichnen wollen; ihr Werth wird uns gegeben durch die Gleichung

$$\frac{x}{\sin B\,O\,A} = \frac{a}{\sin A}$$

welche bei Anwendung der logarithmiſchen Berechnung wird $\log x = \log a + \log \sin BOA + \text{Erg.} \log \sin A - 10$.

Numeriſche Anwendung.

$\text{Log sin } A = \log a + \log \sin B + \text{Erg. log } b - 10$

$a = 40^m80,\ B = 90° + 25°\,30' = 115°\,30',$

$b = 44^m80.$

$\text{Log } 40{,}80 = 1{,}6106602$

$\text{Log sin } 115°\,30' = 1{,}9554882$

$\text{Erg. log } 44^m80 = 8{,}3487220$

$9{,}9148704$

$-\ 10$

$\text{Log sin } A = 1{,}9148704$

$A = 55°\,17'$

$\text{Log } x = \log a + \log \sin BOA + \text{Erg. log sin } A - 10$

$a = 40^m80,\ BOA = 180° - (115°\,30' + 55°\,17')$

$= 9°\,13';$

$A = 55°\,17'$

$\text{Log } 40^m80 = 1{,}6106602$

$\text{Log sin } 9°\,13' = 1{,}2045766$

$\text{Erg. log sin } 55°\,17' = 10{,}0851296$

$10{,}9003664$

$-\ 10$

$\text{Log } x = 0{,}9003664$

$x = 7^m949 = 7^m95.$

Obgleich das hier entwickelte Verfahren, da es bloß auf der Anwendung der trigonometriſchen Grundſätze beruht, außerordentlich leicht iſt, ſo iſt es nichts deſtoweniger wahr, daß man dadurch den Werth der Unbekannten nur auf indirecte Weiſe erhält. Dieſe Betrachtung, in Verbindung mit der, deren Zweck es iſt die Löſung eines Problems unter der möglich einfachſten Form zu bewirken, hat uns veranlaßt eine ſolche zu ermitteln, welche den Werth der Unbekannten auf directe Weiſe angibt. Wir theilen ſie nachſtehend mit und führen zugleich die algebraiſchen Verwandlungen an, die wir dabei zu Hülfe genommen haben.

Betrachten wir die Fig. 4 Seite 217 und bemerken, daß in derſelben A C die halbe Breite der Straße, A B die halbe Länge des Durchlaſſes, A O den Halbmeſſer der Curve und der Winkel B A N den Winkel der ſchiefen Richtung darſtellt. Wir wollen den Werth von A B mit x, den des Halbmeſſers O B gleich dem Halbmeſſer der Curve plus der halben Breite der Straße mit R, die halbe Breite der Straße mit C und den des Winkels C A B gleich dem Complement des Winkels der ſchiefen Richtung mit $\alpha$ bezeichnen.

In Folge eines bekannten trigonometriſchen Grundſatzes und bei Betrachtung des Dreiecks C A B können wir die Gleichung ſetzen:

$$\overline{CB}^2 = \overline{C}^2 + \overline{x}^2 - 2 \cdot C \times x \cdot \cos \alpha \quad . \quad (1)$$

Nach demſelben Princip und bei Betrachtung des Dreieckes O A B können wir auch die folgende Gleichung ſetzen:

$$\overline{R}^2 = \overline{OA}^2 + \overline{x}^2 + 2\,AO \times x \cdot \cos \alpha.$$

Retranchiren wir nun dieſe beiden Gleichungen Glied für Glied, ſo haben wir:

$$\overline{R}^2 - \overline{CB}^2 = \overline{AO}^2 + \overline{x}^2 + 2\,AO \times x \cdot \cos \alpha - \overline{C}^2 - \overline{x}^2 + 2\,C \times x \cdot \cos \alpha.$$

Effectuiren wir die Reductionen und ſetzen $2x \cdot \cos \alpha$ als gemeinſchaftlichen Factor, ſo bekommt dieſe letzte Gleichung die Form:

$$\overline{R}^2 - \overline{CB}^2 = \overline{AO}^2 - \overline{C}^2 + 2 \cdot x \cdot \cos \alpha\,(AO + C).$$

Nun iſt $AO + C = R$ und durch Subſtitution erhalten wir:

$$\overline{R}^2 - \overline{CB}^2 = \overline{AO}^2 - \overline{C}^2 + 2 \cdot x \cdot \cos \alpha\, R.$$

Auf der andern Seite, da $AO = R - C$, wird $\overline{AO}^2$ gleich ſein $\overline{(R-C)}^2$, und durch Subſtitution wird alſo:

$$\overline{R}^2 - \overline{CB}^2 = \overline{(R-C)}^2 - \overline{C}^2 + 2 \cdot x \cdot \cos \alpha \cdot R.$$

Effectuiren wir die in Parentheſis angegebenen Calculs, reduciren, führen alle Ausdrücke von x in das erſte Glied ein und verändern das Zeichen von jedem Gliede, ſo wird:

$$2 \cdot x \cdot R \cdot \cos \alpha = 2\,R \times C - \overline{CB}^2.$$

Setzen wir nun an die Stelle von C B den durch die Relation (1) gelieferten Werth, und wir erhalten:



Digitized by Google

$$2\,x\,.\,R\,.\,\cos\alpha = 2\,R \times C - \overline{C}^2 - \overline{x}^2 + \\ + 2\,C \times x\,.\,\cos\alpha.$$

Nehmen wir $2\,x\,.\cos.\alpha$ als gemeinschaftlichen Factor und bringen alle Ausdrücke von x in dem ersten Gliede ein, so haben wir:

$$\overline{x}^2 + 2\,x\,.\,\cos\,.\,\alpha\,(R-C) = 2\,R \times C - \overline{C}^2.$$

Endlich ordnen wir diese Gleichung im Verhältniß zu x und wir erhalten die Endgleichung des zweiten Grades:

$$\overline{x}^2 + 2\,x\,.\,\cos\,.\,\alpha\,(R-C) + \overline{C}^2 - 2\,R \times C = 0,$$

welche durch ihre Auflösung den Werth der Unbekannten liefert.

Es ist zu bemerken, daß durch die Beschaffenheit der Aufgabe selbst nur der positive Werth von x dem Problem genügen kann; der negative Werth kann nur für die Gleichung passen.

Es ist offenbar, daß zur Bestimmung der Werthe der Dimensionen, die zur Vermessung nothwendig sind, nur ein dem Vorstehenden ähnlicher Vorgang befolgt werden darf und dieselben Berechnungen angestellt werden. Neben den Zeichnungen auf Seite 217 bemerkt man ein Muster der Rechnungen, welche auszuführen sind, um die vorerwähnten Dimensionen kennen zu lernen.

Numerische Anwendung.

$$\overline{x}^2 + 2\,x\,.\,\cos\,.\,\alpha\,(R-C) + \overline{C}^2 - 2\,R \times C = 0,$$

$$x = -\cos\,.\,\alpha\,(R-C) \pm \sqrt{\overline{\cos.\alpha}^2\,\overline{(R-C)}^2 + 2\,R \times C - \overline{C}^2};$$

$$\alpha = 90° - 25°\,30' = 64°\,30';$$

$$R = 44{,}80;\quad C = 4{,}0;$$

$$\log\cos 64°\,30' = 1{,}6339844;$$

correspondirende Zahl $= 0{,}43051;$

$$\cos\,.\,\alpha\,(R-C) = 17{,}5648;$$

$$\overline{\cos\,.\,\alpha}^2\,\overline{(R-C)}^2 = 308{,}5221;$$

$$2\,R \times C - \overline{C}^2 = 342{,}40.$$

$$\overline{\cos.\alpha}^2\,\overline{(R-C)}^2 + 2\,R - \overline{C}^2 = 650{,}9221;$$

$$\sqrt{\overline{\cos.\alpha}^2\,\overline{(R-C)}^2 + 2\,R \times C - \overline{C}^2} = 25{,}51;$$

$$x = -17{,}5648 \pm 25{,}51;$$

$$x' = -17{,}5648 + 25{,}51 = 7{,}9548;$$

$$x'' = -17{,}5648 - 25{,}51 = -43{,}0748.$$

Der Werth $x' = 7{,}9548$ oder $7{,}95$ ist der einzige dem Problem zukommende; außerdem bemerken wir, daß er dem oben gefundenen identisch ist.

---

# Ueber Straßenabzugskanäle in Bezug auf die öffentliche Gesundheit und über die Mittel zur Verhütung der Ausdünstungen derselben.

(Mit Zeichnungen auf Seite 223.)

Beinahe alle Städte von einiger Bedeutung sind jetzt im Besitz eines mehr oder minder vollständigen Netzes unterirdischer Straßenkanäle, in welchen gleichzeitig mit dem Regen- und dem Hauswasser die Unreinigkeiten von den Straßen und oft die widerlichsten Gegenstände abgeführt werden.

Dieser Unrath wird in die natürlichen Wasserläufe geleitet und zwar entweder direct von jedem Straßenkanal oder aber durch Sammelkanäle, die man so weit als möglich von den bewohnten Quartieren entfernt ausmünden läßt.

Hier zeigen sich nun, und zwar in einem großen Maßstabe, die Uebelstände, welche man dadurch beseitigen wollte, daß man die an der Oberfläche der Straßen laufenden Rinnen abschaffte, weil sehr viele faulende Stoffe hineingeworfen wurden, die sich um so leichter an der Sohle absetzten, als die Strömung schwächer war, und nun einem lebhaften Zersetzungsprozeß entgegengingen, der sich für die Nachbarschaft höchst nachtheilig zeigte.

In Städten, wo jeder Straßenkanal unmittelbar in den ihm zunächst gelegenen Wasserlauf mündet, verwandelt sich dieser letztere auf dem ganzen untern Theile zu einer Kloake, die um so stinkender wird, als das Gefälle und die Wassermenge geringer werden. Bei großen Flüssen wird ein solcher Uebelstand verhältnißmäßig nicht so bedeutend, doch wird er durch die enorme in ihm fließende Wassermenge nicht in dem Grade vermindert, daß man sich nicht mit den Gefahren zu beschäftigen hätte, welche daraus für die Ufer-

Digitized by Google

anwohner erwachsen. Es sind deßhalb riesenhafte Bauten, jene Sammelkanäle*), mit so ungeheuren Kosten zu dem Zwecke erbaut worden, die Unreinigkeiten nur in weiter Entfernung von den Städten in die Flüsse zu leiten. Auch sind aus obigen Gründen Versuche aller Art vorgenommen worden, diejenigen chemischen Mittel ausfindig zu machen, welche sich am besten dazu eignen, die aus den Kanälen herausgenommenen Stoffe auf die wirthschaftlichste Weise zu desinficiren.

Merkwürdigerweise hat man sich nur damit beschäftigt diesen Unrath erst dann zu desinficiren, wenn er das Tageslicht erblickt, als ob er in seiner unterirdischen Lagerstätte von dem Moment an, wo er unter dem Boden verschwunden ist, unschädlich wäre.

Was die in den Kanälen stagnirende Luft und die sich darin entwickelnden Miasmen betrifft, so schenkt man denselben nur eine mittelmäßige Aufmerksamkeit, und ohne sich darum zu bekümmern, was aus ihnen wird, hat man in dieser Beziehung nur unvollständige Versuche gemacht, welche auch vergeblich sein mußten, da man dabei nicht von richtigen Grundsätzen ausging.

Um den eckelerregenden Geruch der Straßenkanäle zu vertreiben, wollte man sie ventiliren oder wenigstens in freier Luft besondere Dunstzüge anbringen, welche die faule Luft anziehen und sie bis über das Niveau der Dächer hinaus in die Atmosphäre führen sollten.

Die vollständige Verbesserung der gesundheitlichen Verhältnisse in dieser Beziehung ist ein Hirngespinst. Das kostspielige System der Spülschleusen, was beträchtliche disponible Wassermassen, ein bedeutendes Gefälle und vollkommen gut erbaute Kanäle voraussetzt, vermochte keine so vollständige Reinigung hervorzubringen, daß nicht an den Wänden oder an der Sohle verfaulte Stoffe hängen geblieben wären; es wird dadurch nicht verhindert, daß nicht neue Excremente unaufhörlich herbeigeführt werden, welche Elemente fauliger Ausdünstungen bilden; es wird also dadurch niemals erreicht werden, daß die Luft in den Kanälen eine gesunde sei.

Noch weniger aber wird man durch eine reichliche Ventilation den beabsichtigten Zweck erreichen, denn ohne darauf zu rechnen, daß der Durchzug einer heißen und feuchten Luft über die organischen Stoffe deren Zersetzung befördern würde, müßte man selbst im Winter, um dahin zu gelangen, die mephitischen Gase hinlänglich zu schwächen, eine solche Quantität reiner Luft einführen, daß die gewöhnlichen mechanischen Mittel nicht ausreichen würden, einen solchen Luftstrom hervorzubringen.

Was die Ableitung der Luft aus den Kanälen mittels Schläuche oder Dachröhren betrifft, so hat dieses System nicht allein den Fehler, daß es den Uebelstand nur verlegt, indem er von dem Erdgeschoß nach der Höhe geschafft wird, sondern daß es auch im Sommer gänzlich unwirksam ist, weil alle Schornsteine, anstatt zu ziehen, mit um so größerer Kraft niederschlagen als sie höher sind; es ist daher nicht auffallend, wenn man auf dieses Mittel verzichtet hat; erstaunen muß man aber, daß man die Frage über die Luft der Abzugskanäle nicht weiter erörtert, daß man deren Gang nicht verfolgt und die verderblichen Wirkungen derselben nicht untersucht hat. Bei einiger Sorgfalt und Ueberlegung würde man bald zu der Ueberzeugung gelangt sein, daß sich diese verdorbene Luft durch alle Oeffnungen, alle Spalten, alle Communicationen zwischen den Wohnungen und den Kanälen nach außen verbreitet, daß sie in den Unterboden der Straßen dringt, die Kellerräume erfüllt und auch natürlich in die Häuser ihren Weg findet, in die sie auf natürliche Weise um so kräftiger gezogen wird, als sie fester geschlossen und besser erwärmt sind; besonders aber zeigt sich diese Ansaugung in der Nacht unausgesetzter und im stärkeren Maße.

Diese hier angeführten Thatsachen sind durch die sorgfältigsten manometrischen Beobachtungen außer Zweifel gestellt, und wie es auch unsere ausgezeichnetsten Mediciner bezeugen, so ist die beständige Unreinheit der Luft, die heimlich in unsere Wohnzimmer eindringt, eine der Quellen, eine der veranlassenden Ursachen jener schrecklichen typhusartigen Fieber, die einer langsamen Verderbniß des Blutes zugeschrieben werden, jener langwierigen und hartnäckigen Krankheiten, welche in unseren Tagen auf eine so grausame Weise in unseren großen Städten auftreten. Endlich und als eine natürliche Folge wird man zu dem Schlusse gelangen, daß man wenig gethan haben wird für die Gesundheit der Bevölkerungen, so lange man nicht solche Maßregeln ergriffen hat, daß der Abzugskanal selbst die Luft auf eine Weise ansaugt, welche keine Störung erleidet.

Das Mittel zur Erreichung dieses Zweckes ist eines der einfachsten, und das was täglich in den Steinkohlenbergwerken angewendet wird, deren Stollen eine so große Aehnlichkeit mit einem Netz von Straßenkanälen haben, wird hierüber keinen Zweifel zulassen.

*) Vergl. Allgem. Bauzeitung, Notizblatt V. Band, S. 98 bis 104, 138 und 231—236, ferner Hauptblatt 1859, S. 77 und Blatt 244 und 245.



Digitized by Google

Dieſes Mittel beſteht in der Unterbrechung jeder Verbindung der Luft in den Kanälen und der der Atmoſphäre durch hydrauliſchen Verſchluß, ferner darin, daß man in dem ganzen Kanalnetz mittels eines oder mehrerer Saugventilatoren eine mäßige und geeignete Depreſſion unterhält, wodurch die Gaſe nach gewiſſen Punkten getrieben werden, wo man keine Bösartigkeit zu befürchten hat, was entweder die Conſtruction von hinreichend hohen Schornſteinen oder die Leitung dieſer Gaſe auf eine große Entfernung von bewohnten Orten, oder endlich, was das Beſte wäre, eine Desinfection vorausſetzt, welche vor ſich gehen könnte, bevor die Gaſe in die Atmoſphäre ſtrömen.

Wenn dieſe Bedingungen erfüllt ſind, ſo hat die Beſchaffenheit oder der Zuſtand der in den Kanälen enthaltenen Stoffe nur noch eine ſehr untergeordnete Wichtigkeit, denn wir können überall jenen miasmatiſchen Ausdünſtungen entweichen, die ſich darin erzeugen könnten, und ſollte ſich eine unfreiwillige Verbindung zeigen, die ihren Grund in einem Conſtructionsfehler, in dem Mangel des Waſſers in einem Waſſerverſchluß, in einer Nachläſſigkeit der Bewohner oder in irgend einer andern Urſache hätte, ſo würde die äußere Luft ſich in den Kanal ſtürzen, ohne daß ſie daraus wieder entweichen könnte; nur der Ventilator würde ſchneller arbeiten und die Depreſſion würde ſo lange eine geringere ſein, bis man dem Uebelſtand abgeholfen hätte.

Es bedarf keiner Erwähnung, daß die Wahl der Plätze für die Ventilatoren nicht gleichgültig iſt, wenn man es erreichen will, daß die Wirkung derſelben in dem ganzen Umfange des Netzes beinahe dieſelbe ſei; ſie müſſen an ſolchen Stellen arbeiten, wohin die Luft aller zu ventilirenden Theile mit Leichtigkeit gelangen kann. Bei großen Sammelkanälen wird die Anſaugung im Allgemeinen durch ſie ſelbſt bewirkt.

Die Errichtung hoher Schornſteine mit großem Querſchnitt und künſtlichem Zuge zur Erzeugung der beabſichtigten manometriſchen Depreſſion in den Kanälen kann nicht abſolut verworfen werden; nur wäre in dieſer Beziehung zu bemerken: 1. daß in den mit Gas beleuchteten Localitäten ernſtliche Exploſionsgefahren vorhanden wären, wenn man die Luft der Kanäle durch eine Feuerung gehen laſſen wollte, um den Zug des Schornſteins zu ſichern; 2. daß Erfahrung und Theorie darin übereinſtimmen, daß unter den Verhältniſſen, unter welchen gewirkt werden ſoll, für ein und denſelben Zweck die mechaniſche Ventilation die Anſaugung durch Erwärmung der Luft in ökonomiſcher Beziehung bei weitem überwiegt.

Man könnte ſich mit dieſen allgemeinen Andeutungen begnügen; um indeſſen dazu beizutragen, daß dieſes wohlthätige Syſtem nicht ohne gründliche Ueberlegung verworfen werde, dürften die nachſtehenden Betrachtungen an ihrem Platze ſein.

Die vorgetragene Idee iſt nicht neu; ſie wurde zum erſtenmale am 14. Mai 1853 in dem Communal-Bulletin von Ixelles (Belgien) ausgeſprochen, vor dem Wohlthätigkeitscongreß im Jahre 1856 wiederholt und von dem Geſundheitsrath von Ixelles im Jahre 1860 angenommen, welcher die Ausführung derſelben bei dem Kanalſyſtem der Gemeinde vorſchlug; übrigens war die Anlage dieſer Kanäle von der Art, daß ſie ſich für dieſe Operationen vollkommen eigneten ohne etwas daran ändern zu dürfen. Endlich wurde die Idee in derſelben Zeit dem Chef der Communalverwaltung in Brüſſel in officieller Weiſe mitgetheilt, ohne aber daß derſelben eine Folge gegeben worden wäre; auch erfuhr ſie nicht einmal die Ehre einer eingehenden Erörterung, und es ſcheint daher, daß dieſe Nichtbeachtung in einer zu geringen Kenntniß des Uebels oder in einem Mangel an Vertrauen in die Wirkſamkeit des Remediums ihren Grund hat. Dieſe Anſchauung wird durch den unbeſtimmten Charakter der kritiſchen Bemerkungen, die man dem Antragſteller, dem Generalinſpector des Bergbaues in Belgien, Herrn de Baux, mündlich entgegenſetzte, beſtätigt.

Zuvörderſt griff man das Princip des ſchädlichen Einfluſſes der Straßenkanäle durch die Behauptung an, daß der Typhus nicht bloß in volkreichen Städten, ſondern auch auf dem Lande, wo es keine Abzugskanäle gebe, und ſelbſt in einzeln gelegenen Wohnungen daſelbſt vorkomme. Darauf erwiderte Herr de Baux: „Ich will keineswegs alle die Urſachen angeben, welche die Krankheiten dieſer Art in den ländlichen Wohnorten hervorrufen können; ich weiß nur, daß man auf dem Lande wenig Sorge dafür trägt, die Unreinigkeiten abzuleiten, und daß man oft die Miſtgruben dicht an den Thüren oder Fenſtern der Wohngebäude findet. Ich muß ferner bemerken, daß bei großer Kälte, wenn ſich der durch den Froſt auf 25 bis 30 Centimeter verhärtete Boden nicht mehr zur directen Ausdünſtung der gasartigen Producte der Zerſetzung von darin verborgenen organiſchen Subſtanzen eignet, jedes bewohnte Haus eine Continuitätstrennung in dieſem Eiſe veranlaßt und eine Art von Schornſtein bildet, der eine Anſaugung von dem Unterboden der Nachbarſchaft bewirkt. Uebrigens iſt der Einwand nicht ſtichhaltig, denn die Ausnahme ſtößt die Regel nicht um, und es iſt leider kein Zweifel über die relative Ungeſundheit

Digitized by Google

## Platte des Rinnsteines.

Fig. 15. Schnitt von Fig. 16.

Fig. 16. Ansicht von oben.

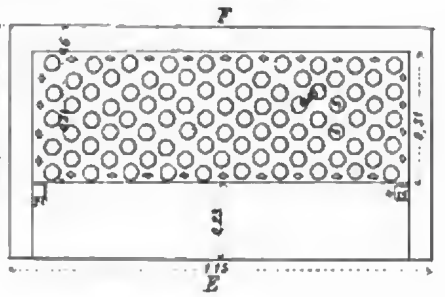



Fig. 17. Schnitt E F in Fig. 18.

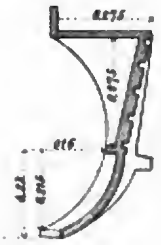


Fig. 18. Ansicht von oben.

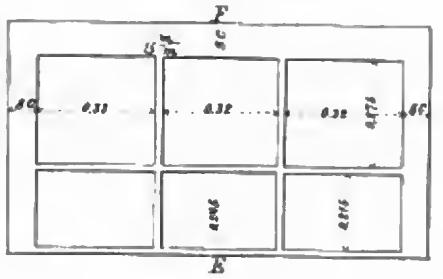



Fig. 8. Durchschnitt nach Fig. 7.

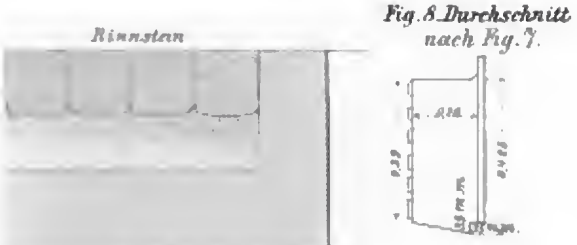
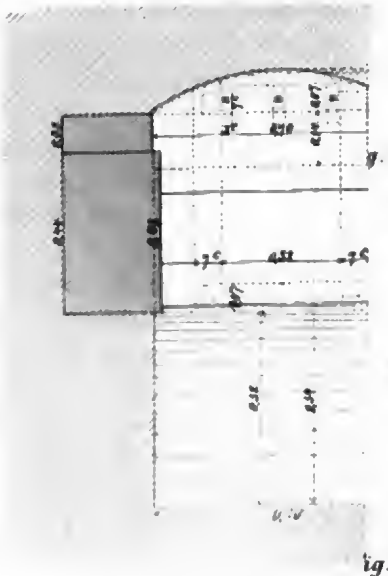





Fig. 10. Schnitt AB in Fig. 9.

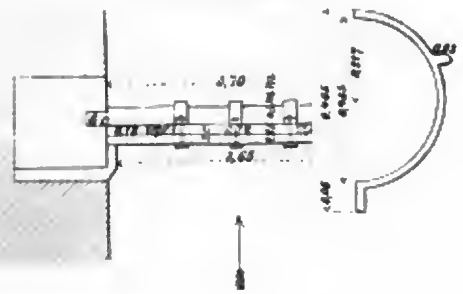
Fig. 2. Ansicht von oben



g. 12. Schnitt C D in Fig. 11.

ig. 14. Profil.

Fig. 4. Grundriss.



## Klappe der Trottoirplatte.

Fig. 21. Schnitt nach GR.

Fig. 19. Ansicht von oben

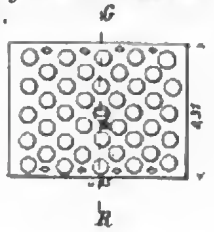



Fig. 20. Ansicht von unten.

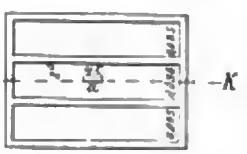



Fig. 22. Schnitt nach IK.

Fig. 23. Schlüssel.

Digitized by Google

Digitized by Google

der großen Städte möglich. Einige Personen haben die Möglichkeit geleugnet, mittels mechanischer Ventilatoren die beabsichtigte Depression in dem ganzen Kanalnetz zu Stande zu bringen. Man befürchtet ferner die Verpestung der Atmosphäre in einem sehr großen Umfange an den Punkten, wo diese unreinen Gase in die Luft geführt werden. Hierauf erwidere ich mit Hinweisung auf die Beobachtungen, die man täglich bei den Bergwerken macht, daß die Depression nicht so schwierig zu bewirken sein würde, wenn man häufige Rücktritte der Luft in die Kanäle zu erleiden hätte, was zahlreiche und weite offene Verbindungen mit dem Aeußern voraussetzt, ungeachtet der empfohlenen Sorgfalt diesem Uebelstande durch hydraulische Verschlüsse vorzubeugen. Man würde also, wenn man die Mängel von einiger Wichtigkeit reparirt, die sich an den Wänden der Kanäle zeigen möchten, nur sehr wenig Luft auszuziehen haben, um die wünschenswerthe manometrische Depression zu erlangen. Noch mehr, wenn der Ventilator nach einigen Minuten der Arbeit keinen beträchtlichen Widerstand in seinem Gange erleidet, so würde dies ein Zeichen sein, daß Mängel dieser Art in den Leitungen existiren, und die verständige Anwendung des Manometers würde auf die Entdeckung der fehlerhaften Stellen führen, so daß man sie ausbessern könnte. In Wahrheit kann man auf keine vollständige Isolirung, auf keine absolute Undurchdringlichkeit rechnen und es hat der Ventilator in diesem Falle nur das Aequivalent des Volums der Gase auszuziehen, die sich in dem Kanal selbst entwickeln; bei einiger Aufmerksamkeit und Wachsamkeit aber wird es genügen diesem Volum etwas hinzuzufügen, um auch die verschiedenen Theile der äußern Luft anzuziehen, die sich damit vermischen würden, wenn sie bei den Rückströmungen eindringen, welche man nicht verhindern konnte. Diese Erklärungen werden mich offenbar von allen andern entheben, um die Unrichtigkeit des Einwandes darzuthun. Offenbar muß es in Bezug auf Bequemlichkeit und öffentliche Gesundheit vorzuziehen sein, diese gefährlichen Ausdünstungen auf einige von den Bevölkerungen entfernte Punkte zu concentriren als mitten unter denselben zu leben, indem man sie nach Belieben über die ganze bewohnte Fläche sich ausbreiten läßt, so daß sie in unsere Wohnungen dringen, wohin sie nach physikalischen Gesetzen angezogen werden. Mein einziges Argument wird das folgende sein: Nicht allein bin ich Herr über die Wahl des zweckmäßigsten Punktes zum Auslassen der Luft aus den Kanälen, sondern das Volum, das ich aus denselben ziehe, wird nicht den zehnten Theil dessen betragen, das darin jetzt circulirt und aus demselben entweicht. Selbst in dem Falle also, daß es mir nicht gelingen sollte die Luft zu desinficiren, bevor sie in die Atmosphäre entweicht, werde ich offenbar die Folgen dieser Ableitung nicht zu fürchten haben." —

Uebrigens geben wir nachstehend einige Methoden zum Abschluß der Kanäle an, welche unter den bestehenden allgemeinen Verhältnissen angelegt wurden und verweisen zur näheren Erörterung auf die Seite 223 mitgetheilten Zeichnungen. Diese Methoden haben den Zweck der aufsteigenden Richtung der Ausdünstungen einen Wasserdamm entgegenzustellen.

Erste Methode (Fig. 1). — Sie besteht darin, daß man die Sohle des Abzugskanals unter dem Mundloche des letzteren niedriger legt; der Schlamm setzt sich in der Vertiefung ab und bleibt mit Wasser bedeckt; sie muß aber häufig gereinigt werden, was freilich nicht sehr bequem ist, und außerdem scheint der hydraulische Abschluß nicht sehr hermetisch zu sein.

Zweite Methode (Fig. 2, 3, 4). — Diese besteht darin, den Straßenkanal durch einen flachen aufrecht gestellten Stein oder eine senkrechte in die Widerlager eingelassene Wand abzusperren. Unter diesem Verschluß, welcher den Querschnitt des Kanals vollkommen ausfüllt, macht man eine Grube, worin sich der Schlamm absetzt und welche stets mit Wasser gefüllt ist, in das die Wand hineinreicht. Die Reinigung der Grube ist nicht sehr bequem, und in dem Falle, daß feste Körper in den Kanal gerathen sein sollten, kann diese Wand ein Hinderniß für den freien Abfluß der Flüssigkeiten werden.

Eine Klappe, welche sich in Folge des Druckes vom Oberwasser um eine horizontale Achse dreht, hat den Nutzen, daß dem Abfluß des Wassers kein Hinderniß entgegensteht. In Fig. 2, 3 und 4 ist dieses System dargestellt; Fig. 2 ist der Aufriß an der Oberwasserseite, Fig. 3 Durchschnitt nach der Achse des Kanals und Fig. 4 der Grundriß. Diese Klappe dreht sich um die horizontale Achse, die in den Widerlagsmauern aufliegt, und wird durch den Druck des Wassers nach unten gedrückt. In ihrer senkrechten Richtung nimmt sie genau den Platz ein, den eine steinerne oder hölzerne Wand hätte; sie wird über einer in der Sohle befindlichen Grube aufgehängt und besteht aus einem rechtwinkeligen Rahmen, an welchen die mit Nuth und Feder verbundenen Bretter genagelt werden; der Rahmen wird von einem Querriegel getragen, an dessen Enden die Zapfen befestigt sind, die sich in den in dem Haustein befestigten Lagern be-

Digitized by Google

wegen. Der Rahmen kann ſich nur gegen abwärts bewegen; ein Vorſprung des Steines verhindert eine Neigung nach oben und ſichert die ſenkrechte Stellung der Klappe.

Auch in dieſem Falle iſt die Grube nicht bequem zu reinigen und es iſt das ganze auf dieſe Weiſe eingerichtete Syſtem nicht leicht zu überwachen; daran vorkommende Reparaturen ſind nicht leicht auszuführen.

Dritte Methode (Fig. 5 bis 22). — Der Ingenieur Davaine ſetzte über das Mundloch ſelbſt einen Apparat zur Verhütung des Aufſteigens der Ausdünſtungen. Fig. 5 und 6 ſtellen denſelben im Durchſchnitt und im Niveau des Trottoirs dar.

Dieſes Syſtem bildet eine unter einem Trottoir liegende Art von Heber, iſt für ein Kanalmundloch von 0m99 bei 0m13 bis 0m175 eingerichtet und beſteht aus Gußeiſen; die halb cylindriſche Schüſſel iſt in dem Mundloche befeſtigt; das Waſſer fließt in dieſelbe, indem es einer gußeiſernen Platte folgt, welche in dem Rinnſtein angebracht iſt und mit drei Seiten auf dem Mauerwerk des Mundloches ruht. Das Ganze iſt im Niveau des Trottoirs mit einer aus zwei Abtheilungen beſtehenden Platte bedeckt, worin zwei bewegliche Klappen eingelaſſen ſind, die man nur mit einem hierzu beſtimmten Schlüſſel zu heben braucht, um die Schüſſel zu reinigen, welche beſtändig mit Waſſer gefüllt iſt; die Reinigung iſt ſehr leicht und läßt ſich häufig vornehmen.

Die Fig. 7 bis 12 liefern eine detaillirte Darſtellung der Platte auf dem Trottoir; ſie bildet eine Art von flacher Calotte, welche an der dem Rinnſtein correſpondirenden Seite offen iſt und von dieſer Seite mit dem Ende auf der Rinnſteinplatte, mit den andern drei Seiten aber mittels einer Klaue auf dem Mauerwerk liegt. Das Gußeiſen hat 0m02 Stärke ohne Rippen und Vorſprünge. Die Platte iſt in der Mitte durch eine Rippe, der Rand gegen den Rinnſtein in der Verlängerung des Trottoirrandes durch fünf Rippen verſtärkt, nämlich mit Einſchluß der die Platte in zwei Hälften zertheilenden Rippe. Die Platte iſt in zwei mit Anſchlägen verſehenen Oeffnungen getheilt; gegen dieſe Anſchläge legen ſich zwei Klappen, die man nur mit Hülfe eines beſonderen bei a hineinzuſteckenden Schlüſſels heben kann. Die obern Flächen der Platte und der Klappen dürfen nicht glatt, ſondern müſſen mit 0m008 vorſpringenden Deſſins bedeckt ſein.

In Fig. 13 und 14 ſieht man die Darſtellung der Schüſſel, welche 0m015 ſtark und an ihrem untern Theil nach der ganzen Quere des Mundloches mit einem Waſſerſchenkel verſehen iſt, damit das aus der Schüſſel ſtrömende Waſſer verhindert wird, die dem Rinnſtein gegenüber ſtehende Mauer zu berühren, welche manchmal die Fundamentmauer eines Hauſes ſein kann.

Fig. 15, 16, 17, 18 ſtellen die Platte des Rinnſteines dar, welche den obern Theil einer andern Calotte bildet und eine ſehr flach concave Form hat; von ihr fließt das Waſſer in die Schüſſel und ſchließt mit einem gekrümmten Theil ab. Sie iſt durch zwei Querrippen verſtärkt, die ihrestheils wieder von einer Längenrippe verſtärkt ſind. Um das Ausrutſchen der Füße in dem Rinnſtein zu vermeiden, iſt die Platte mit vorſpringenden Deſſins bedeckt. Sie hat im Rinnſtein eine Stärke von 0m03, an dem gebogenen Theil von 0m015, im übrigen aber 0m02, Rippen und Vorſprünge nicht mit inbegriffen.

In Fig. 19 bis 22 ſehen wir eine der Klappen der Trottoirplatte und in Fig. 23 die ungefähre Geſtalt des Schlüſſels zum Heben dieſer Platten; die Klappen ſind mit Vorſprüngen bedeckt und durch eine ringsum laufende Rippe ſo wie durch zwei Querrippen verſtärkt; ihre Stärke beträgt 0m015.

Ein aus Gußeiſen hergeſtellter hermetiſcher Verſchluß dieſer Art wiegt 455 Kilogrammes. Die Deckplatten erſetzen einen Theil der Trottoirplatten und die Rinnſteinplatte etwas von dem Straßenpflaſter.

---

## Bewegliche Piſſoirs.

(Mit Zeichnungen auf Seite 189.)

Die beweglichen Piſſoirs haben den Zweck die ſtabilen Apparate dieſer Art auf Eiſenbahnſtationen, in großen induſtriellen Anſtalten oder auch an den Eingängen von monumentalen Bauwerken wenigſtens temporär und überhaupt dort zu erſetzen, wo man dem Urin keinen unterirdiſchen Abfluß verſchaffen kann. Das auf Seite 189 dargeſtellte Beiſpiel hat ſich als zweckmäßig erwieſen; der Apparat beſteht aus drei Theilen: einem gußeiſernen Dreifuß, einem Faß von Eichenholz und einer gußeiſernen Cuvette, welche beweglich iſt und ſich wegnehmen und auf die Erde ſetzen

Digitized by Google

läßt, wenn man das gefüllte Faß an den Ort seiner Ausleerung schafft. Die Cuvette läßt sich ohne irgend eine Unbequemlichkeit mehr oder minder ſ krecht über das Faß setzen; in der Zeichnung ist sie etwas schief dargestellt, was nicht ihre normale Stellung

Das Faß enthält 59 Liter (beiläufig 42 Wiener Maß), kann also für den Bedarf von 20 Menschen für einen Tag ausreichen; der ganze Apparat wird in Paris für den Betrag von 40 Francs hergestellt.

---

# Schutzbauten an den Ufern der Ill.

Vom Wasserbauconducteur Jung.

(Mit Zeichnungen auf Seite 229.)

Die an den Flüssen grenzenden Ländereien sind im Allgemeinen den Angriffen des Stromes ausgesetzt, und treten bedeutende Hochwässer ein, so bilden sich in der Nähe von Krümmungen Abbrüche, denen Einhalt gethan werden muß, wenn das daran anstoßende Land gerettet werden soll.

Jedes Land hat in dieser Beziehung Uferdeckungsmethoden, welche sich für die zu Gebote stehenden Materialien eignen; gewöhnlich verwendet man dazu in der Ebene Faschinen, im Gebirge aber Steine. Bis vor beiläufig 30 Jahren schützte man die angegriffenen Theile durch Buhnen, die man aber für diesen Zweck ganz aufgegeben hat, da man zu der Erkenntniß gekommen, daß die durch den Vorsprung der Werke in den Strom entstehenden Wirbel oberhalb eben so starke Abbrüche veranlaßten als die waren, welchen man abwärts Einhalt thun wollte, und man nahm daher lieber das System von Uferschutzwerken an, welche mit dem Stromstrich parallel laufen; es sind damit die besten Resultate erreicht und die in Abbruch gestandenen Ufer sind wirklich vor weiteren Angriffen gesichert worden.

Im Allgemeinen sind die Kosten für diese Baulichkeiten bedeutend und es haben viele Grundbesitzer ihr Eigenthum lieber der zerstörenden Wirkung des Wassers überlassen, als daß sie kostspielige Schutzbauten unternahmen; in vielen Fällen indessen genügt es, die steile Wand, welche das Ufer bildet, zu beseitigen, um fernern Beschädigungen vorzubeugen.

Wir haben Gelegenheit gehabt für gewisse Gemeinden Uferschutzbauten verschiedener Art auszuführen, welche gute Resultate hatten und deren Bekanntgebung von manchem Nutzen sein könnte; die Vollziehung dieser Werke geschah stets nach höhern Orts genehmigten Projecten.

Der Illfluß, welcher die beiden Rheindepartements Frankreichs durchschneidet, ist bis in der Gegend von Colmar ein Gebirgsstrom und liegt im Sommer beinahe immer trocken, bei Anschwellungen aber übersteigt seine Wassermenge zwischen Sainte-Croix-en-Plaine und Colmar 700 Kubikmeter. An diesem letzteren Theile des Flusses haben wir unsere Bauten ausgeführt.

Der Boden des abwärtigen Theils besteht aus Erdreich bester Qualität mit einer Mächtigkeit von mehreren Metern; der Boden des aufwärts gehenden Theils ist kiesig und sandig, so daß sich hier der Fluß kein tiefes Bett gräbt, sondern sich nach der Breite ausdehnt. Die Breite des Bettes im Erdreich variirt zwischen 30 und 40 m 0 bei Tiefen von 3 m 0 bis 4 m 0; da aber, wo der Kies vorherrscht, geht diese Breite über 100 m 0 hinaus, während die Tiefe kaum 1 m 0 erreicht; die natürliche Folge dieser Beschaffenheit ist, daß in dem obern Theile die sich bildenden Kiesbänke den freien Abfluß des Wassers bei Anschwellungen verhindern, daß das Wasser über die beiden Ufer tritt und beträchtliche Ueberschwemmungen verursacht werden; in dem untern Theil des Stromes ergeben sich ebenfalls Ueberschwemmungen, außerdem aber findet man nach jedem Hochwasser die Ufer auf großen Strecken angegriffen, und es verschwinden ganze Striche von Ländereien in dem Strome, hauptsächlich da, wo er Krümmungen hat.

Die in dem obern Theil auf dem Territorium von Sainte-Croix-en-Plaine ausgeführten Baulichkeiten bestanden in der Herstellung eines regelmäßigen Bettes im Wildstrome; die angenommene Form wurde so berechnet, daß die gewöhnlichen Wasser in einem Gerinne laufen und für die Hochwasser ein von Deichen begrenztes Bett geschaffen ist; die Krone dieser Deiche liegt 0 m 50 über dem höchsten Niveau, das die größte Wassermenge bei dem zur Disposition stehenden Gefälle erreichen kann. Das Profil Nr. 1 (Seite 229) zeigt die ausgeführten Anlagen.

Digitized by Google

Die Rectificationslinie bildet ſtromabwärts eine Curve, doch war man darauf bedacht, die Böſchung des concaven Theils des Flußgerinnes durch Steinwürfe zu ſchützen, und bis zu dem heutigen Tage haben ſich die Werke nicht gerührt; das Waſſer hat ſeinen Abfluß ohne in den ihm eröffneten neuen Querſchnitt irgend welche Beſchädigungen zu veranlaſſen.

Bei dem untern Theil (Territorium, Sundhoffen) mußte auf eine andere Weiſe verfahren werden, da der Fluß eine ſehr bedeutende Krümmung angenommen hatte und der concave Theil derſelben auf Höhen von 4m0 bis 5m0 ſenkrecht abgebrochen war; es handelte ſich alſo darum ein weiteres Umſichgreifen des Abbruches zu verhindern und Ueberſchwemmungen durch Deiche fernzuhalten. Aus dem Profil Fig. 2 erſieht man die getroffenen Anordnungen; der Fuß des Schutzbaues iſt durch eine Steinſchüttung geſchützt worden, die bis zur Tiefe der Unterwaſchung hineinreicht; hinter derſelben liegt ein Faſchinenpackwerk mit einer dreifüßigen Böſchung, woran ſich über dem gewachſenen Boden der Inundationsdamm anſchließt.

Die Faſchinenbettung wurde in günſtiger Jahreszeit aus Weidenbuſch hergeſtellt, der vollkommen ausgewachſen iſt; das Hochwaſſer des letzten Jahres erreichte den Fuß der Deiche ohne etwas zu beſchädigen, was den Beweis eines vollſtändigen Erfolges liefert.

Es wurde oben bemerkt, daß es oft hinreichend ſei, die ſenkrechte Wand abzugraben, um Unterwaſchungen hintanzuhalten, und wir haben in der That Reparaturen dieſer Art ausgeführt. Das Ufer lag (Fig. 3) auf 4m0 in Abbruch, und man wählte die Zeit des niedrigſten Waſſerſtandes, um den Fuß des Abbruches mit Faſchinen und Pfählen zu bekleiden, den darüber liegenden Theil aber mit zweifüßiger Böſchung abzugraben; die Erde wurde in der Nähe vortheilhaft verwendet, und ſeit zehn Jahren hat ſich dieſer Schutzbau vollkommen erhalten, ein neuer Abbruch iſt nicht vorgekommen und die Böſchung liefert den ſchönſten Weidenbuſch.

Es geſchieht auch, daß der Abbruch eine Höhe von 4m0 bis 5m0 bei einer beſtändigen Waſſertiefe von 2m0 bis 3m0 erreicht, daß dadurch Gebäude in Gefahr gerathen, und daß folglich dem Abbruch an der Stelle, wo er ſich befindet, Einhalt gethan werden muß, ohne daß man wie in Fig. 3 eine ſanfte Böſchung herſtellen kann. Unter ſolchen Verhältniſſen muß man vorzugsweiſe Steinwürfe anwenden und nach Fig. 4 verfahren. Man verſenkt zuvörderſt vor dem Ufer in der Tiefe der Unterwaſchung einen Steinwurf von 0m50 bis 0m60 Höhe und füllt dann den Raum dahinter und bis zur Höhe des Steinwurfes mit Kies aus; dieſelbe Operation wiederholt man, indem man eine zweite Steinſchüttung von derſelben Höhe legt und dieſelbe gegen die erſte etwas einzieht, den Raum dahinter aber ebenfalls mit Kies ausfüllt; ſo fährt man fort bis zum Waſſerſpiegel und legt über die Böſchung dann eine Faſchinenbettung wie es in der Zeichnung angegeben iſt. Dieſe Bauweiſe dürfte in ähnlichen Fällen die wohlfeilſte und zweckmäßigſte ſein.

---

## Ueber die Gerüſte bei dem Verſetzen und dem Transport großer Steine und Obelisken.

(Mit Zeichnungen auf Seite 231.)

Es gewährt ein lebhaftes Intereſſe über die Mittel nachzudenken, welche man vor mehreren Jahrhunderten anwendete, um jene Granit- und Marmormaſſen zu transportiren und zu heben, welche die Beſtimmung hatten an ein Ereigniß zu erinnern, oder der Nachwelt die Bildniſſe großer Männer zu hinterlaſſen.

In Liverpool errichtet man Gebäude mittels einfacher und ſinnreicher Methoden. Eine Plateform von 0m91 Breite liegt auf Querſchwellen, und in der Mitte erhebt ſich ein Maſt mit einer Spier; das Ganze iſt oben durch Seilwerk gehörig befeſtigt; mit Hülfe von Erdwinden hebt man die Steinblöcke auf eine große Höhe, und ſind ſie gehoben, ſo führt man ſie auf ihren Platz, indem man die Spiere dreht. In Fig. 2 ſind dieſe in Liverpool und Birkenhead gebräuchlichen Anordnungen dargeſtellt.

Bei der Aufſtellung der Denkſäule von Devonport verfuhr man auf folgende Weiſe. Die Säule beſteht aus einem ſchönen Granit aus einem Bruche bei Tamar; ihr Durchmeſſer iſt 3m35 und ihre Höhe von dem Fuß des Schaftes bis zum Scheitel des Kapitäls 20m0, beiläufig 6 Durchmeſſer; die ganze Höhe mit Einſchluß des Piedeſtals und der Bekrönung beträgt 30m87, die Höhe über

Digitized by Google

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 1.

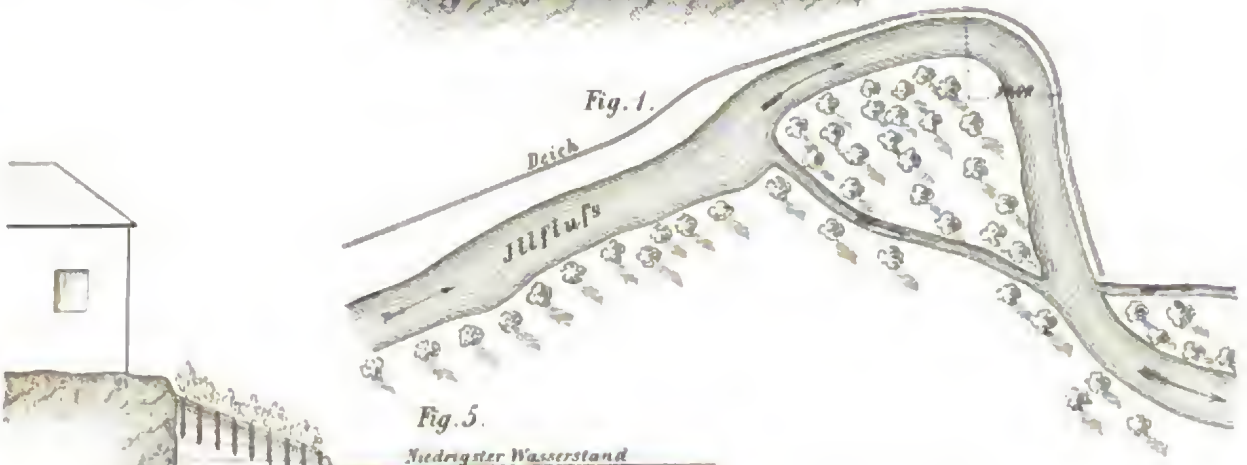
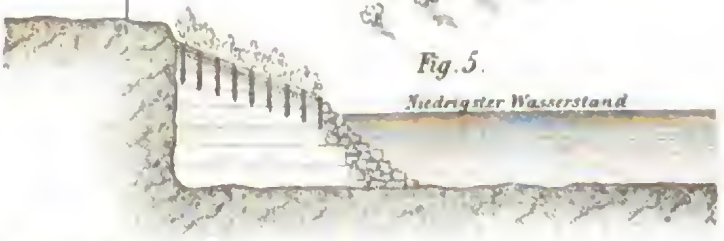



Fig. 5.



Digitized by Google

# Gerüste zum Heben grofser Steine.

*Fig. 1.*

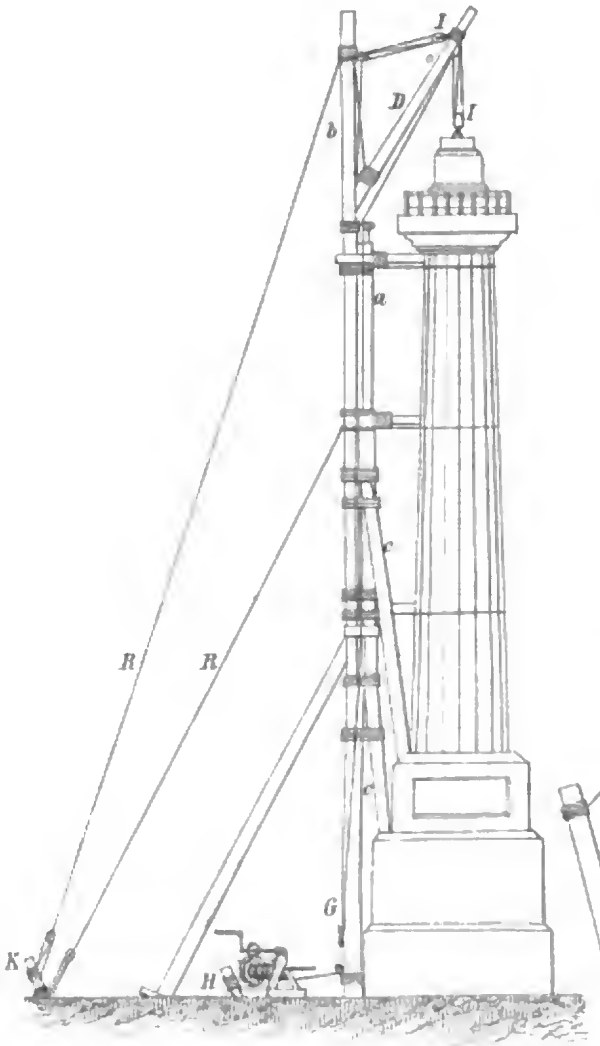



*Fig. 2.*

*Allgem. Bauzeitung. 1865.*

Digitized by Google

der Straße nebſt dem Unterbau 37m80. Jeder Stein wurde ohne Gerüſte aufgezogen und verſetzt. Der untere Theil des Kapitäls iſt aus vier Steinen zuſammengeſetzt, von denen jeder 3 bis 4000 Kilogr. wiegt. Die Steine für das Fundament, die Plinthen und der untere Theil des Schaftes wurden mit Hülfe des Dreieckes, die des obern Theiles auf folgende Weiſe gehoben und verſetzt. Das Ende a des Maſtes (Fig. 1) von 13m7 Länge wurde über den Boden geſetzt und durch die Balken c c geſtützt, welche durch Seilwerk an den Säulenſchaft gehalten und durch einen zweiten Maſt b verſtärkt wurden. Der Gipfel wurde durch Seile F F gehalten, welche an Pfählen K K befeſtigt waren, denen man durch Steinblöcke im Boden einen feſten Stand gegeben. Eine Spiere D mit Backen am untern Theile konnte rings um den ſenkrechten Maſt gedreht werden und diente zum Heben der Steine. Je nachdem es nothwendig, konnte die Spiere in verſchiedenen Höhen angebracht werden; man brauchte nur den kleinen Maſt b zu wechſeln und ihn durch einen andern mehr oder minder längern zu erſetzen, ſo daß man es leicht bewerkſtelligen konnte, daß der Stein gerade an die Stelle geführt wurde, wo er verſetzt werden ſollte. Von unten konnte man mittels eines bei G befeſtigten Seilwerks die Backen der Spiere und die Spiere ſelbſt auf verſchiedene Höhen ziehen. Man hob die Steine mittels eines Haspels oder einer Erdwinde, die an einem ſtarken Pfahl H befeſtigt war, und mittels der Flaſchenzüge III. Indem man die Dimenſionen und die Anzahl der Maſten, Taue und Flaſchenzüge vermehrte, konnte man beliebige Laſten auf jede Höhe heben.

Ueber der Yorkſäule errichtete man eine Statue; die Säule war zwölf Monate früher gebaut worden als die letztere vollendet war; man hatte deßhalb das Gerüſt fortnehmen müſſen, damit es nicht zerſtört würde. Als der Bildhauer ſeine Arbeit vollendet mußte ein neues Gerüſt errichtet werden. Das Monument beſtand aus einer Granitmaſſe von 38m1 Höhe; das Gerüſt koſtete 7500 Francs.

Die Statue Napoleons auf der Vendômeſäule wurde nach den Plänen von Lepère aufgeſtellt, welcher zu dieſem Zweck gleich originelle, ökonomiſche und wiſſenſchaftliche Anordnungen erdacht hatte. Man gebrauchte eine Plateform, die über den obern Theil der Säule war errichtet worden und den Haspel zum Heben der Statue trug; man benutzte alſo als Stütze die ganze Stärke und als Widerſtand das Gewicht der Kuppel, welches viermal größer iſt als das der Statue. Zwei Querbalken reichten über die Säule und hatten ihre Stützpunkte auf dem mittlern Kern und an der Wand der Säule ſelbſt. Sie trugen den größten Theil des Gewichtes vom Haspel.

Man brauchte nur acht Minuten, um die Statue von dem Punkt, wo man ſie aufgeſtellt, bis zur Achſe der Säule zu rollen. Um die Reibung zu vermindern, bewegte ſich der Haspel auf eiſernen Schienen; eine Leitſcheibe am Ende der Plateform und ein Seil dienten zur Bewegung. Das Tau, welches die Statue trug, rollte ſich über eine Trommel mit zwei Rädern von 1m52 Durchmeſſer; zum Heben der Statue reichten acht Menſchen aus; zwei Arbeiter hoben das Seil als es nach oben vorrückte. In 2 Stunden 55 Minuten war die Statue bis zur Plateform geführt. Aus Beſorgniß, daß ſich das Seil ſtark ausdehne oder gar zerreiße, hatte man entweder an dem Seil ſelbſt oder an der Statue ein Anhaltſyſtem angebracht. Die Statue hat eine Höhe von 3m5 von oben bis zur Säulenplatte; die Plinthe hat 0m30. *)

Im Jahre 1829 wurde de Montferrand von dem Kaiſer von Rußland beauftragt, ſeinem Bruder Alexander eine Statue zu errichten. Dieſes Werk **) iſt eine auf einem Piedeſtal ſich erhebende doriſche Säule nach Art der Trajansſäule in Rom und der Vendômeſäule in Paris. Sie hat 54m0 Höhe bis zum Gipfel; der Unterbau beſteht aus einem Granitblock von 4m12 Durchmeſſer an ſeiner Baſis und 3m16 an der Krone bei einer Höhe von 27m72; er kam aus den Steinbrüchen von Pytterlaxen, in einer der Buchten des finnländiſchen Meerbuſens und wurde nach St. Petersburg transportirt. Das Monument koſtete zehn Millionen und es waren zu ſeiner Errichtung 2½ Jahre erforderlich. Nur der Schaft wurde roh bearbeitet, doch ließ man Erhöhungen an ſeiner Oberfläche zum feſtern Anhalten des Tauwerks. Es war von dem Ufer der Newa bis zu der Stelle, wo der Block aufgeſtellt werden ſollte, eine ſchiefe Ebene erbaut worden, die 161m7 lang, 33m0 breit und am höchſten Punkte 11m50 hoch war. Während des Transports des Blockes nahm man an den Verbandſtücken der ſchiefen Ebene gar keine Veränderung wahr, doch äußerte ſich der Druck auf dieſelben in ſolchem Maße, daß der Saft des Tannenholzes und der Harz überall herausgepreßt wurden. Nachdem die Plateform in gerader Linie

*) Eine nähere Beſchreibung über die Aufbringung der Statue Napoleons auf die Vendômeſäule findet man in der Allgem. Bauzeitung. Jahrg. 1838 S. 223 ꝛc.

**) Eine Abbildung deſſelben enthält die Allgem. Bauzeitung Jahrgang 1836 auf den Blättern LXXXVI — LXXXVIII.



Digitized by Google

auf der ſchiefen Ebene vorgerückt war, wurde ſie im rechten Winkel bis zu der Stelle geſchoben, die der Block einnehmen ſollte. Mittels Walzen und acht Erdwinden brachte man nach und nach die Plateform vorwärts, welche die Säule trug. Dieſe bewegliche Plateform beſtand aus zwei Theilen von 3m60 Breite, die zuſammen eine Länge von 27m0 ausmachten. Man hatte rings um das Piedeſtal ein Mauerwerk aufgeführt, ſo daß ein Quadrat von 31m35 Seite gebildet wurde. Das Gerüſt hatte 51m0 Höhe und beſtand aus zwei verſchiedenen Theilen, getrennt durch einen Zwiſchenraum von 6m60 für den Durchgang der Säule. An jeder Seite ſtanden fünf ſenkrechte Maſten, jeder aus vier verbolzten Hölzern beſtehend und durch 27 Stützen feſt verbunden. An dem Gipfel waren dieſe zehn Maſten durch fünf ſehr ſtarke Balken miteinander vereinigt, worauf ſich die Rollen und die Zugwinden befanden; unter dem Monolithen durchgehende Taue griffen in dieſe Rollen ein. Dieſe Querbalken trugen in der That das ganze Gewicht der Granitmaſſe. Auf der Plateform, welche über dem rings um das Piedeſtal aufgeführten Mauerwerk ruhte, hatte man ſechs eiſerne Erdwinden aufgeſtellt, von denen jede einem Gewicht von 27000 Kilogr. Widerſtand zu leiſten vermochte. Jedes Tau beſtand aus 322 Litzen und war im Stande 42000 Kilogr. zu tragen. Um die Feſtigkeit des ganzen Syſtems zu prüfen, machte Montferrand einen vorherigen Verſuch, indem er die Säule 6m60 hob und ſie in dieſem Zuſtande eine Stunde hängen ließ. Die Taue der 60 Erdwinden bildeten eben ſo viele Halbmeſſer, welche horizontal gegen das Zimmerwerk des Gerüſtes gerichtet waren, wo ſie über 60 Rollen gingen und ſich dann erhoben, um in eine eben ſo große Anzahl von Rollen am Gipfel einzugreifen und endlich bis zur Befeſtigung an den Monolithen hinabzugehen. Bei jeder Erdwinde waren ſechzehn Soldaten thätig und vier Matroſen hielten das Tau und rollten es auf. Acht andere Soldaten dienten als Erſatz, was ſehr ſchnell geſchehen mußte, um die Operation nicht aufzuhalten; ein Unterofficier leitete das Manoeuvre bei jedem Haspel, was im Ganzen 30 Mann ausmachte; es wurden zu dieſer Operation 1440 Soldaten, 60 Unterofficiere, 30 Tambours der Garderegimenter, ſo wie 300 Matroſen und eine gewiſſe Anzahl von Genieofficieren verwendet; an den Ecken des Gerüſtes ſtanden vier Architekt-Adjuncten, welche das Obercommando über die Winden führten und jeden Augenblick ihren Bericht abſtatten mußten. Auf dem Gerüſt ſtanden 100 Marineſoldaten, welche den guten Gang der Rollen überwachten und ein Verſchlingen des Tauwerks verhinderten; 60 der ſtärkſten Arbeiter ſtanden auf der Säule ſelbſt zur Leitung der Flaſchenzüge und des Tauwerks, und 50 Zimmerleute waren in verſchiedenen Höhen aufgeſtellt, um für jedes Ereigniß bereit zu ſein; ſechs Maurer mußten ſogleich nach der Aufſtellung der Säule auf ihr Piedeſtal Cement vergießen. Ein Mann gab das Signal zu den Bewegungen mittels einer Glocke, ein Chirurgus war für etwaige Unglücksfälle bereit und eine gewiſſe Anzahl von Arbeitern war aufgeſtellt, verſehen mit ihren Werkzeugen, um jede unvorhergeſehene Schwierigkeit aus dem Wege zu räumen. So war alles vorbereitet, durch ein Gebet wurde der göttliche Beiſtand angerufen und das Signal wurde gegeben. Die Bewegung nahm ſofort ihren Anfang, die Winden drehten ſich, die Taue wurden geſpannt und der Monolith begann ſich majeſtätiſch zu erheben; es fanden zwei Bewegungen ſtatt: eine aufſteigende, denn der obere Theil erhob ſich durch die Flaſchenzüge, die andere horizontal, indem der untere Theil nach und nach vorrückte. Die Aufſteigung dauerte 1 Stunde 40 Minuten und als das Haltſignal gegeben wurde befand, ſich die Säule 2m30 über dem Piedeſtal. Die ſenkrechte Stellung wurde mit Hülfe einiger Winden beibehalten, das Signal zum Abwinden wurde ertheilt und die Säule ſank auf ihr Piedeſtal hinab, ohne daß in dem Gerüſt die geringſte Bewegung ſtattfand.

Auf ähnliche Weiſe wurden die aus carrariſchem Marmor beſtehenden Säulen des Trajan und Antonin gehoben; die erſte hat 38m2, die zweite 35m2. Was die enormen Blöcke von Niniveh betrifft, welche im Beſitz des britiſchen Muſeums ſind, ſo wurden ſie bloß durch die Kraft des Hebels fortgeſchafft und ohne daß dabei wiſſenſchaftliche Grundſätze zur Anwendung kamen. Die Coloſſe von Theben, welche 15 bis 20m0 Höhe haben, wurden mit Nilſchiffen auf ihren Platz geſchafft.

Bei der Errichtung von Monumenten zum Andenken an Ereigniſſe oder an berühmte Perſönlichkeiten kommen gewiſſe Eigenthümlichkeiten vor, welche die Aufmerkſamkeit feſſeln und in Erwägung gezogen werden müſſen. Sie müſſen eine gewiſſe Höhe erreichen, wie die Pyramiden, das Grab des Mauſolus, das Coloſſeum, die Thermen der Römer, St. Peter in Rom, die Kathedrale von Köln u. ſ. w. Sie müſſen aus den dauerhafteſten Materialien errichtet werden wie der penteliſche Marmor des Parthenon, der von den Aegyptern verwendete Granit und Baſalt, die Bronze, wie bei den Säulen von Paris. Sie müſſen koſtbar ſein, um der Welt zu zeigen, daß bei ihrer Errichtung keine Knauſerei vorgewaltet hat, vor allem aber müſſen ſie in

Digitized by Google

Bezug auf Farbe, Textur und Bearbeitung ſorgfältig gewählt ſein; auch muß man dabei die bewährteſten Künſtler verwenden. Ein Obelisk vereinigt dieſe Eigenſchaften in ſich, wenn er an Höhe die höchſten derjenigen dieſer Monumente, welche die Pharaonen oder die Ptolomäer in Memphis oder Theben, oder auch diejenigen übertrifft, welche die Kaiſer nach Konſtantinopel oder Rom transportirten, oder wenn er an Härte und Glanz dem Syenit des Nils gleicht, und wenn ſeine Verhältniſſe mit den übrigen Theilen des Baues harmoniren. Die Aegypter haben ſich in dieſer Beziehung ausgezeichnet.

Die Säulen des Trajan und des Antonin in Rom haben eine mäßige Höhe, welche die der Säule von York nicht überſteigt, die eine beſcheidene Nachahmung der Antike iſt; indeſſen haben ſie den Vorzug aus ſchönem Marmor ausgeführt zu ſein. Die Blöcke, die zu ihren Fußgeſtellen verwendet wurden, wiegen je 50 Tonnen. Die Säule von London iſt höher und ſtärker, beſteht aber aus Steinen von 0m 60 Stärke. Um die enormen Blöcke der Säulen des Trajan und des Antonin zu gewinnen, um ſie theils aus dem Tiber, theils aus dem Meere nach Rom zu transportiren, um die Gerüſte zu erbauen, welche fähig ſind, ſolche Maſſen zu tragen, und Maſchinen zu conſtruiren, welche zu ihrer Hebung ſtark genug ſind, mußten viele Kenntniſſe und Geſchicklichkeiten entwickelt werden.

## Unzerſtörbarer Anſtrich.

In Pariſer Werkſtätten iſt ſeit einiger Zeit von einem neuen Anſtrich die Rede, welcher bald eine allgemeine Anwendung zu finden ſcheint. Das Verfahren eignet ſich ſowohl zur Kunſt- als zur Decorationsmalerei und liefert den Architekten für ihre Gebäude unzerſtörbare Tünche und werthvolle Conſervirungsmittel. Aus dieſem letztern Grunde hauptſächlich theilen wir hier eine ſummariſche Darſtellung des Verfahrens des Herrn Borromée mit, erinnern aber vorher an die Urſachen der häufigen Zerſtörungen der nach den bisher üblichen Methoden hergeſtellten Anſtriche.

Das Tränken des Steins mit reinem (heißen oder kalten) Oel iſt für den Anſtrich eine Urſache der ſchnellen Zerſtörung. In der freien Luft kann das Oel (Leinöl) trocknen, was aber nicht ſtattfindet, wenn es mit Feuchtigkeit in Berührung kommt und die Luft keinen Zutritt hat; in dieſem Falle verbleibt es faſt im flüſſigen Zuſtande, und da es nicht tief in den Stein eindringen konnte, ſo weicht es ſpäter der zurückſtoßenden Kraft des aus dem Innern kommenden Waſſers, was die Folge hat, daß es die gefärbte Maſſe erweicht und aufbläht, ſie allmählich von ihrer Grundlage, entweder flach oder blaſenförmig, ablöſt, und wenn es dann ranzig oder durch ſeinen Aufenthalt im Steine gefärbt worden, für immer die Friſche der Farben vernichtet und das Verderben des Anſtrichs oder der Malerei vollendet.

Der folgende im Jahre 1856 gemachte Verſuch liefert den ſchlagendſten Beweis für dieſe Behauptung. Ein Stein aus den Brüchen von Aubervilliers von 0m 10 Stärke wurde mehrmals mit Oel angeſtrichen; nach etwa zwei Monaten brachte man denſelben in ein gewöhnliches Waſſerbad in der Höhe von ſechs Centimetern, und nach einiger Zeit erſchien das Oel an der Oberfläche und hob und löſte mehrere Farbenanſtriche ſo vollſtändig ab, daß an dem Stein von jedem Ton nur eine geringe Färbung verblieb.

Es muß alſo die Flüſſigkeit, mit der man den Stein tränken will, von der Beſchaffenheit ſein, daß ſie in denſelben gehörig eindringt, darin verbleibt und daß ſie den Körper erhärtet, anſtatt ihn zu erweichen wie es das Oel thut; ſie muß, wenn man ſich ſo ausdrücken will, ungeſtüm eindringen und den in ihr enthaltenden conſervirenden Stoff mit ſich führen, damit er ſich tief in die Molecüle einſauge, was man aber mit Oel nicht erreichen kann, deſſen Eindringen in die hohlen Räume eines Körpers zu langſam von ſtatten geht als daß die darin enthaltenen fremden Subſtanzen mit hineingezogen werden könnten, beſonders wenn der zu tränkende Körper feucht iſt.

Dieſelbe Wirkung entſteht durch die Anwendung abſorbirender Körper und zwar aus einer entgegengeſetzten Urſache. In der That, wenn ein mit Oel getränkter Körper erweicht und die gefärbte Maſſe in Folge der Aufblähung von ſich ſtößt, ſo zieht ein abſorbirender Körper von dieſer Maſſe einen Theil der Flüſſigkeit an ſich, welche zur Verbindung der Molecüle nothwendig iſt und nimmt ihr dadurch das, was ihre Feſtigkeit ausmacht, ohne daß er ſelbſt durch dieſe Theilung gewänne.

Gebraucht man alſo abſorbirende Mittel, wie man



Digitized by Google

es oft thut, um einen matten Ton zu erhalten, ſo wird dadurch das Abfallen der Farbe veranlaßt oder ſie wird zerreiblich; zu viele Flüſſigkeit dagegen erzeugt Riſſe, und endlich werden die Töne geſchwächt, wenn kein inniger Zuſammenhang zwiſchen den mit der Farbe verbundenen Stoffen und den Flächen, worauf ſie aufgetragen wird, exiſtirt.

Je mehr ſehr dichte Körper fähig ſind irgend einen Anſtrich feſtzuhalten, um ſo weniger ſind es die poröſen oder weichen Körper; bei ihnen wird ein dicker Anſtrich weniger Feſtigkeit erlangen als ein ſchwacher, denn die Adhäſion ſteht wegen des Vorhandenſeins von Luft in den hohlen Räumen im umgekehrten Verhältniß der Poroſität der Körper. Dahin gehört unter andern der Ziegel, der nur eines ſehr ſchwachen Anſtriches bedarf.

Herr Borromée glaubt, und nach unſerer Meinung mit Recht, daß die Anwendung des Kauteriums zum Trocknen der Steine ungenügend iſt; die Wirkung davon macht ſich über drei bis vier Centimeter nicht bemerkbar und iſt nur eine momentane; außerdem lockert die Hitze die Verbindung der Steine und löſt den Cement von ihnen ab; Uebelſtände welche beim Tränken mit Terpenthinöl nicht zu befürchten ſind.

Das Anſtreichen mit Malerleim (marouflage), was jetzt ſehr verbreitet zu ſein ſcheint und den beſten Beweis liefert, daß man kein Mittel kennt, um eine hinreichende Bürgſchaft dafür zu erlangen, daß man direct auf den Stein malt, ſoll aber nach dem Verfaſſer niemals angewendet werden, um irgend ein in künſtleriſcher Beziehung werthvolles Werk auf einen Körper zu fixiren, dieſer möge ſein welcher er wolle. Und in der That, wenn auch die Malerei auf dieſe Weiſe gehörig fixirt wird, ſo gibt es doch keine Bürgſchaft für ihre Erhaltung. Der zwiſchen zwei die Luft nicht zulaſſenden Körpern eingeſchloſſene Leim kann nicht trocknen, und das Oel muß folglich bald ranzig werden und in dieſem verdorbenen Zuſtande vorzugsweiſe auf den ſchwächſten Gegenſtand, d. h. auf die Leinwand wirken, welche leichter durchdringlich iſt als der Stein. Die gewöhnlichen Folgen ſind zuerſt das Gelbwerden und dann das Verdunkeln der Farben. Ohne Zweifel gibt es vollkommen feſten Leim, der für alle Farben unſchädlich iſt; dann iſt er aber aus animaliſchen oder vegetabiliſchen Stoffen bereitet und hat in dieſem Falle Zerſetzungen zu erleiden, welche für die Leinwand gefährliche Inſecten erzeugen, deren Daſein ſich durch eine Verwandlung des Leims verräth, der ſeine Klebkraft verliert und die Leinwand nicht mehr halten kann.

Gegen dieſe hauptſächlichſten Urſachen der Vernichtung ſchlägt der Autor die folgenden von ihm lange Zeit verſuchten Mittel vor:

1. Verfahren auf Stein. — Iſt der Stein gehörig bearbeitet und die Verbindungen ſind hergeſtellt, ſo ſtreift man ihn in horizontaler Richtung mit einem gekrümmten Kratzeiſen mit viereckigen, drei bis vier Millimeter breiten und eben ſo weit voneinander entfernten Zähnen; die Tiefe der Streifen oder Furchen darf nicht einen Millimeter überſteigen. Iſt dies geſchehen, ſo bürſtet man den Stein und geht dann zum Anſtrich über, indem man ein oder zweimal Terpenthinöl aufträgt; zwei Tage nachher wiederholt man dieſe Tränkung mit Terpenthinöl, das mit 20 Procent flüßigem oder ganz fein geſtoßenem und gut aufgelöſten venetianiſchen Terpenthin geſchwängert iſt *). Nach Verlauf von vier bis fünf Tagen überſtreicht man mit einer Compoſition aus zwei Theilen Terpenthinöl, einem Theil Leinöl mit recht viel Bleiweiß, um der Flüſſigkeit das Anſehen und die Conſiſtenz guter Milch zu geben. Dieſe Schicht hat zuvörderſt den Zweck die Oeffnungen des Steines nach außen zu ſchließen, und iſt ſie vollkommen getrocknet, ſo geht man zur Anwendung des conſervirenden Ueberzuges oder des alleinigen Grundes (Verfahren des Verfaſſers) über; bevor man aber dieſe Schicht aufträgt, muß man mit einem naſſen Schwamm, der aber nicht zu viel Waſſer enthält, über die Fläche fahren. Der Grund muß mit der Kelle ſtark angedrückt und mit dem Reibebrett oder auf ähnliche Weiſe geglättet werden. Die nackte Fläche des Steines darf nicht ſtärker als einen Millimeter bedeckt ſein.

Sobald dieſer Putz gehörig getrocknet iſt, trägt man eine dünne unzerſtörbare Schicht auf, deren Farbe willkührlich iſt (Methode des Verfaſſers) und iſt dies geſchehen, ſo geht man zum Anſtrich über.

Der Verfaſſer ſchlägt für Stein ein zweites Vorbereitungsmittel vor, welches alle wünſchenswerthen Bedingungen der Solidität zu erfüllen ſcheint. Wenn der Stein gefurcht und mit Terpenthinöl getränkt iſt, wie oben angedeutet worden, ſo trägt man den Putz auf, und bevor er getrocknet iſt, bringt man darauf ein vorher mit Oel angeſtrichenes Drahttuch von möglich größtem Durchmeſſer mit 1 bis 1½ Millimeter weitem Geflecht (toile d'uu diamètre aussi grand que possible, à réseau large de 1 à 1½,

*) Der Verfaſſer hat keinen weſentlichen Unterſchied zwiſchen der warmen und kalten Anwendung gefunden.

Digitized by Google

millimètre) an; man drückt es in den Putz ein und bedeckt es unmittelbar mit einer zweiten Schicht, die man mit der Kelle oder mit einem Waſſer glättet, dann läßt man 15 bis 20 Tage trocknen.

Dieſe Maſſe verbindet ſich mit dem Stein und kann ſich weder aufblähen noch kann ſie Riſſe bekommen. Sie bildet den Grund für die decorative oder Kunſtmalerei und iſt ein vorzügliches Schutzmittel gegen die Feuchtigkeit, das in vielen Fällen der Trockenmachung von Mauern anzuwenden iſt.

2. Anwendung auf Ziegelmauerwerk. — Der Ziegel, von Natur eine abſorbirende Subſtanz, braucht zum Tränken nur das Waſſer; damit ſie eine ganz ebene Fläche bilden, wird ein Putz auf die genäßten Ziegel aufgetragen und iſt dieſer gehörig getrocknet, ſo überfährt man die Wand mit einem bloß feuchten Schwamm und macht eine erſte Anwendung von der aus Terpenthinöl, Leinöl und Bleiweiß beſtehenden Compoſition, von welcher bei dem Stein die Rede war. Dieſe Operation kann nur zweimal wiederholt werden. Nach vollkommener Trocknung näßt man noch einmal ein wenig und trägt dann wie bei dem Stein den conſervirenden Ueberzug auf; ſpäter wird darüber die unzerſtörbare Schicht aufgelegt.

3. Anwendung auf Holz. — Bevor das Holz berührt wird, iſt es nothwendig ſich zu überzeugen, ob daran keine Theile vorhanden ſind, welche ſich losreißen könnten, in welchem Falle der Schaden erſt ausgebeſſert werden muß. Iſt dies geſchehen, ſo grundirt man das Holz mit dem Terpenthinöl, der mit 20 Procent reinem Grünſpan vermiſcht iſt, damit die entwickelten und ſich noch zu entwickelnden Inſecten getödtet werden; nach einigen Tagen tränkt man von neuem (ohne aber zu näſſen) mit derſelben Compoſition wie für den Stein und den Ziegel; man wiederholt, wenn das Holz noch einſaugt. Iſt die Trocknung vollkommen, ſo trägt man eine dünne Schicht (einen halben Millimeter) der conſervirenden Maſſe auf, die man mit dem Meſſer gehörig glättet, und darüber ſtreicht man die unzerſtörbare Schicht.

4. Anwendung auf das Eiſen. — Die Anwendungen des Autors erſtrecken ſich auch auf das Eiſen. Dieſes Material iſt je nach ſeiner Qualität mehr oder minder abſorbirend. Den Beweis von dem Vorhandenſein von Feuchtigkeit im Innern des Eiſens liefert der Roſt, der ſich an der Oberfläche des Metalles unter der Farbe bildet, die er hebt und ſie mit größter Leichtigkeit ſchuppenförmig abſtößt. Das Eiſen abſorbirt bekanntlich Oel; indem aber dieſer fette Körper die Oberfläche glättet, ſchadet er der Adhäſion des Anſtriches.

Nach dem Vorſchlage des Autors verfährt man folgendermaßen: das Eiſen wird erwärmt und mit Terpenthinöl, wozu etwas flüſſiger venetianiſcher Terpenthin (10 Procent) gemiſcht worden, um die Miſchung geeigneter zu machen, die Farbe zu halten, getränkt. Wenn man glaubt ihm einen erſten Ueberzug mit Mennig geben zu müſſen, ſo muß man ihn dünn auftragen, und ihn nach dem Verfahren des Autors zuſammenſetzen; auf dieſe Weiſe wird man einen feſten Anſtrich des Eiſens erlangen.

Nicht bloß die Anwendung des Mennigs, ſondern auch der Mißbrauch, den man mit ihm in Bezug auf das Eiſen gemacht, verdankt man ſeinem geringen Preiſe; die Feſtigkeit, die man ihm beimißt, läßt ſich bei weitem nicht rechtfertigen, und ſobald der Roſt die Kraft hat ihn abzulöſen, ſo tritt er in die Reihe der zerſtörbaren Stoffe, und folglich iſt es unklug, ihn mit einem Anſtrich von einigem Werthe zu bedecken. Seine Vermiſchung mit der ſtarken Baſe des Autors verleiht ihm eine ungemein größere Feſtigkeit, was leicht zu begreifen iſt.

Der Autor beſchränkt ſich nicht darauf, die Gefahren hervorzuheben, die mit der Anwendung des Mennigs verbunden ſind; er macht den Vorſchlag, denſelben durch Bergblau zu erſetzen, das eine außerordentliche Adhäſionskraft beſitze und außerdem dreimal ergiebiger ſei als der Mennig. In Verbindung mit einem beſondern von Borromée componirten Firniß und mit einer gewiſſen Quantität einer ſtarken Baſe (die aber nicht angegeben iſt) bildet dieſe Farbe für die der Feuchtigkeit ausgeſetzten Metalle das beſte bekannte, in geringer Stärke anzuwendende Schutzmittel; das Bergblau kann wieder mit irgend einer andern Farbe bedeckt werden; der Autor räth aber beſonders den Anſtrich mit Kienruß an.

Was die Anwendung des Malerleims betrifft und um die vom Autor bezeichneten unangenehmen Reſultate zu paralyſiren, macht derſelbe den Vorſchlag, den Stein, nachdem er leicht gefurcht worden, vorläufig mit der Maſſe zu bedecken, die er ſtarke Tünche nennt, und iſt dieſelbe getrocknet, eine zweite Schicht von einer etwas feſten Tünche darüber zu ſtreichen, die aus gelbem im Waſſerbade geſchmolzenen und mit flüchtigem mit Bleiweiß verſetzten Oele verdünnten Wachs beſteht, ſo daß ſich eine Maſſe bildet, der man 50 Grammes Nußöl pro Kilogramm hinzuſetzt. Dieſer Leim iſt durchaus unangreifbar und beſitzt eine vollkommene Feſtigkeit.

Digitized by Google

# Die Austrocknung des Harlemmer Meeres.

Von Herrn Staatsrath Gevers d'Endegeest.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 746 bis 750 und auf einigen Blättern im Text.)

## Erste Periode bis 1. October 1843.

Die Wasserbauverwaltung. (Waterschappen.) — 1. Ohne die Deiche, welche Holland beschützen, würde es sich ereignen, daß dieses Land wie zur Zeit der alten Bataver bei den Hochgewässern der Flüsse oder während der hohen Meeresfluthen im Sommer sehr häufig und im Winter beinahe immer überschwemmt sein würde; die Deiche aber schützen das Land vor diesem Uebel und haben es erst bewohnbar gemacht. Man hat daher gegen die Angriffe des Meeres und der Flüsse eine unzählige Menge von hohen und starken Deichen, und behufs der Regulirung der Flüsse minder wichtige Deiche angelegt.

2. Mit Hülfe der Dämme und anderen höher gelegenen Terrains, welche den Deichen als Anlehnungspunkte dienen, hat man seit den frühesten Zeiten das Land, je nach den Umständen und Bedürfnissen, in mehr oder minder ausgedehnte Districte eingetheilt, welche unter regelmäßige Verwaltungen gestellt wurden, denen der Landesherr Vollmachten und Rechte verlieh, welche unter verschiedenen Benennungen bekannt sind, die aber in dieser Abhandlung mit „Wasserbauverwaltung" bezeichnet werden sollen; sie sind für die Erhaltung des Bodens von größter Wichtigkeit. Der Hauptgegenstand ihrer Functionen war stets die Anlage und Unterhaltung derjenigen Werke, welche zum Schutze gegen das Eindringen des Meeres und der Flüsse oder des Wassers von angrenzenden Districten erforderlich sind; diesen verschiedenen Gewässern kann man den Namen „Außenwasser" geben.

3. Innerhalb der eingedeichten größeren Districte aber bilden sich in Folge von Regengüssen und Schneefällen, von der Durchsickerung der äußern Gewässer und von natürlichen, jedoch seltenen Quellen, Wassermassen, die sich trotz theilweiser Verdunstung, wenn sie keinen Abzug haben, zu bedeutender Höhe erheben und das Land eben so überschwemmen würden wie die äußern Gewässer. Es muß daher jeder Deich mit einer oder mit mehreren Schleusen versehen werden, um dieses „Binnenwasser" nach dem Außenwasser abzuleiten. Wenn man diesen Zweck auch ohne Schleusen erreichen könnte, so würde man bei manchen Localitäten dieselben doch nicht entbehren können, wo es sich um den Durchlaß von Schiffen und Barken in einem Lande mit innerer Schifffahrt, wie Holland, handelt. Mehrere Schleusen dienen daher gleichzeitig zum Abfluß des Binnenwassers und zur Beförderung der Schifffahrt, wie z. B. in Rhijnland bei dem Dorfe Sparrndam (Blatt 746 Fig. 1). Oft sind die Schleusen auch nur zum Abfluß des Wassers bestimmt wie bei dem Kanal von Katwyk und auf dem halben Wege zwischen Amsterdam und Harlem, welchen Punkt wir fortan ohne Benennung der beiden Städte „Zwischenpunkt" nennen werden.

4. Wenn diese Schleusen an süßem Außenwasser liegen, wie die der Flüsse und der angrenzenden Districte, so werden sie auch zur Bewässerung des Landes benutzt, wenn eine anhaltende Dürre das Binnenwasser absorbirt hat, wie es z. B. im Jahre 1842 der Fall war, wo Delftland und Schieland durch ihre an der Maas gelegenen Schleusen mit Ueberfluß von süßem Wasser versorgt wurden, während die Gräben in dem an diese Districte anstoßenden Rhijnland ganze Wochen hindurch trocken lagen, denn die hauptsächlichsten Schleusen des letzteren sind zur Absperrung gegen das salzige Außenwasser bestimmt, das bekanntlich der Landwirthschaft nachtheilig ist.

5. Eine Wasserbauverwaltung umfaßt daher einen District von unbestimmter Größe, der mit Deichen gegen das Außenwasser umschlossen und mit Schleusen zu oben genannten Zwecken versehen ist.

Das Bassin. — 6. Jeder Waterschap hat also unter seiner Aufsicht, wie gesagt, Binnenwasser. Dies sind: eingedeichte Seen oder Moräste, Flüsse und abgeschlossene Buchten, gegrabene Kanäle und Gräben, oft auch in Seen verwandelte Torfstiche. Stehen diese Binnenwasser in directer und freier Verbindung unter sich und mit den Schleusen und liegen sie folglich in demselben Niveau, so werden sie zusammen „Boezem" genannt, für welche Benennung wir den Namen „Bassin" annehmen. Manchmal hat ein und derselbe Waterschap mehr als ein solches Bassin, oder mit andern Worten ein unterbrochenes Bassin wie in Schieland; in andern Fällen kann ein Theil des nicht unterbrochenen Bassins mittels kleiner Schleusen zeitweise

Digitized by Google

von dem übrigen Theil getrennt werden wie im Rhijnlande der südlich vom Rhein gelegene Theil.

7. Der gewöhnliche Wasserspiegel des Bassins liegt im Allgemeinen etwas tiefer als derjenige, den das Wasser im Sommer einnehmen würde, wenn das Land nicht eingedeicht wäre. Der Spiegel des Bassins irgend eines Districtes differirt in der Regel kaum mit dem der anstoßenden Districte, und es hängt der Unterschied von der Localität ab.

8. Die Bassins bilden die natürlichen Wege für die innere Schifffahrt; liegen sie in verschiedenen Niveaus, so dienen die Schleusen zum Uebergang von einem Bassin zum andern.

9. Jeder Wasserbauverwaltungsbezirk enthält Ländereien in verschiedenen Höhen, von denen einige höher liegen als das gewöhnliche Niveau des Bassins, so daß der Abfluß des Regenwassers von ihnen zu dem letztern ohne künstliche Mittel stattfindet. Man kann diese Ländereien „natürliche Terrains" oder Busenland (Boezemländer) nennen. Andere liegen dagegen tiefer als das Bassinniveau und werden „Polder" genannt; es sind die entwässerten Ländereien, von denen später die Rede sein wird, und von dem das Regen- und Grundwasser durch Mühlen in die Bassins aufgemahlen wird, von wo es zu den Schleusen läuft, wenn der Stand des Außenwassers von der Art ist, daß es durch diese abfließen kann oder wenn die Schleusen nicht absichtlich geschlossen sind. Steht der äußere Wasserspiegel zu hoch, so sammelt sich das Wasser im Bassin so lange auf, bis der erstere gesunken ist. Auch dient das Bassin bei anhaltender trockener Jahreszeit als Reservoir für die zu bewässernden Ländereien.

10. Die Schleusen werden geschlossen, um im Sommer den zu großen Abfluß des Wassers zu verhindern, damit kein Wassermangel entstehe. Die Schleusen sind in der Regel so gebaut, daß sie sich von selbst öffnen, wenn das Binnenwasser höher steigt als das Außenwasser; das Schließen derselben (stempelen) findet statt, wenn das Wasser im Bassin bis zu einem gewissen Punkt des Profils gefallen ist, und sie bleiben so lange geschlossen, als dieser niedrige Wasserstand dauert.

11. Ist das Bassin groß wie das Rhijnland, so ist zum Abflusse des Wassers so wie zur genügenden Bewässerung bei trockener Jahreszeit viel Zeit erforderlich; ein Uebelstand auf der einen Seite, während auf der andern Seite jedes große Bassin den doppelten Vortheil gewährt, daß es eine große Wassermasse aufnehmen kann, ohne daß sich das Niveau merklich hebt, so daß die Mühlen das Wasser der Polder beliebig darin aufmahlen können, und daß es im Sommer einen großen Wasservorrath birgt, welcher durch die Verdunstung und die Speisung der Polder nicht aufgezehrt wird.

12. Ist dagegen das Bassin klein, so hat es im Winter wohl den Vortheil eines schnellen Abflusses, es füllt sich aber auch eben so schnell mit dem Polderwasser, das durch die Mühlen aufgemahlen wird, und es müssen daher diese letzteren häufige Stillstände erleiden, oder es werden zuerst die natürlichen Terrains, dann aber die oft niedrigen und schwachen Polderdeiche überschwemmt. So ist es z. B. beim Delftlande, wo die Polder oft gänzlich unter Wasser gesetzt werden und Seen gleichen, die Mühlen aber trotz eines günstigen Windes unbeweglich sind. In den Umgebungen vom Haag bietet sich dieses Schauspiel jedes Jahr dar, was einen Reisenden zu der Aeußerung veranlaßte, daß der Haag eine schöne auf den Ufern eines großen Sees gelegene Stadt sei. Wahrscheinlich besuchte derselbe den Haag im Winter.

13. Die kleinen Bassins haben indessen noch den Vortheil, daß sie mit dem äußern hinreichend hohen Außenwasser in Verbindung stehen und daß sie von demselben in geringer Zeit diejenige Quantität entnehmen können, welche zur Bewässerung der Polder im Sommer nothwendig ist; ohne diese Verbindung aber findet bei ihnen der Uebelstand statt, daß sie zu schnell vom Wasser entblößt werden und daß sie den Poldern also um so weniger Wasser liefern können.

14. Der Vortheil der großen und kleinen Bassins hängt nichtsdestoweniger sehr von localen Verhältnissen ab, und während die Einen den ersten den größten Werth beilegen, ziehen Andere die letztern vor.

15. Außer dem erwähnten Bassin bestehen noch hohe Zwischenbassins und andere, von denen später die Rede sein wird (26); sie werden aber verschiedentlich benutzt und gehören der allgemeinen Annahme des erklärten Wortes nicht an.

Unter der allgemeinen Benennung „Bassin" begreift man sämmtliche Gewässer, die sich in jedem Wasserbaudistrict außerhalb der Polder befinden und zwischen diesen und dem Außenwasser ein Zwischenniveau bilden, auf dem die Binnenschifffahrt stattfindet. Dieses Bassin hat den Zweck, das Wasser, wenn ein Abfluß möglich, abzuleiten oder zu den Schleusen zu führen, wenn aber kein Abfluß stattfinden kann, zu umschließen und so einen Wasservorrath für die Sommerbewässerungen zu sammeln.

Digitized by Google

Die Torfseen. — 16. Wie bereits erwähnt (6) besteht ein Bassin manchmal aus Torfseen, die sich durch Abgraben der obern aus weichem Torf bestehenden Erdschicht gebildet haben. Dieser Torf liefert dem Lande ein vorzügliches Brennmaterial und es sind daher für die Eigenthümer solche Torfmoore von großem Vortheil, da sie sich nach der Torfgewinnung durch die Entwässerungen in fruchtbare Ländereien verwandeln; denn gewöhnlich liegt die Torfschicht über einem guten Boden. Der dreifache Vortheil, welcher daraus für die Consumenten, die Eigenthümer und den Staat hervorgeht, macht die Erscheinung eines Landes erklärlich, das jeden Augenblick den Gefahren der Ueberschwemmung ausgesetzt ist, trotzdem aber seinen Boden in Wasser verwandelt und so neben mühsam entwässerten Ländereien neue Moräste und Seen erschafft. Der seit zwanzig Jahren ausgetrocknete und bei 6000 Hectaren messende Zuidplas genannte Polder bei Rotterdam war nichts als ein Torfstich.

Die Torfstiche, die sich allmählig an der östlichen Seite des Harlemmer Meeres gebildet haben und von denen längst ein Theil entwässert ist, bilden eine noch bei weitem größere Oberfläche.

Es ist daher nichts natürlicher, als daß man zum Torfstechen die Erlaubniß der Regierung einholen muß, um zu verhindern, daß für Dämme, Eisenbahnen, Ortschaften ꝛc. Gefahren entstehen.

Die Polder. — 17. Im §. 6 ist nachgewiesen, wie die Wasserbaudistricte gewöhnlich in natürliche Terrains, in Polder und in entwässerte Ländereien eingetheilt sind, daß diese natürlichen Terrains höher liegen als das gewöhnliche Niveau der Bassins, und daß dagegen die Polder unter dem Niveau der letztern liegen.

18. Manchmal bildet der Polder einen großen Theil des Wasserbaudistrictes, und manchmal besteht er ganz aus demselben, z. B. bei Schieland, das beiläufig 17000 Hectaren umfaßt und beinahe ausschließlich aus Polder, entwässerten Ländereien und Seen und Morästen besteht.

19. Die Ausdehnung und Tiefe der Polder ist sehr verschieden; sie umfassen von 50 Hectaren und weniger bis 5000 Hectaren und mehr; ihre Tiefe variirt von 4 bis 5 Decimeter bis 4 oder 5 Meter über dem Niveau der natürlichen Terrains.

20. Anfänglich waren die Polder niedrig gelegene Ländereien, Moräste von geringer Tiefe, die man mit schwachen Deichen umschloß und sie mittels einer kleinen Mühle entwässerte. Als aber die Wissenschaft weitere Fortschritte machte, so wandte man sie auch auf Moräste und tiefe Seen an, ersetzte die schwachen Deiche aber durch weitere und stärkere und statt der einen Mühle wurden deren mehrere errichtet; im Innern wurden Gräben und Kanäle angelegt, die sowohl das Wasser zu den Mühlen führen, als auch zur Vertheilung des durch Schützen eingelassenen Wassers zur Bewässerung dienen. Zwischen Polder und Entwässerungen macht man manchmal insofern einen Unterschied, daß man die Polder weniger tief annimmt als die letztern.

21. In der Regel ergießen die Polder ihr Wasser in das Bassin, manchmal aber auch unmittelbar in das Außenwasser; auch gibt es isolirte Polder, die nicht unter den Verwaltungen stehen.

22. Gewöhnlich wird jeder Polder von seinen Poldermeistern beaufsichtigt, welche von den Eigenthümern periodisch ernannt werden. Jeder Polder, mit Ausnahme der sehr kleinen, hat sein Verwaltungsreglement, das von der höhern Behörde vorgeschrieben ist; nach dem Gesetze aber muß dahin gestrebt werden, daß diese Reglements möglichst in Uebereinstimmung miteinander erlassen werden. Im Wesentlichen liegt den Poldermeistern die Sorge für die Erhaltung der Deiche und Schöpfmühlen, so wie der regelmäßige Abfluß des Wassers ob; die Wasserbauverwaltungen dagegen haben über die Aufrechthaltung eines gehörigen Gleichgewichtes zwischen den Interessen der Polder und den allgemeinen Interessen zu wachen. Hierzu gehört unter anderm die Sorge, daß jeder Polder diejenigen Anlagen errichtet und unterhält, welche zur allgemeinen Sicherheit dienen, und daß die Mühlen zu arbeiten aufhören, wenn der gesetzlich bestimmte Wasserstand erreicht ist, denn sonst würde das Wasser in den Bassins so hoch steigen, daß es über die Deiche in die Polder zurückflösse.

Aufmahlen des Wassers. — 23. Seit undenklichen Zeiten bestehen in Holland Windmühlen zum Aufmahlen des Wassers; sie haben außerordentlich verschiedene Größen, je nach dem Flächeninhalt der von ihnen trocken zu erhaltenden Polder und nach der Tiefe, aus der sie das Wasser aufzufördern haben. Die kleine in Friesland sehr gebräuchliche Windmühle, die sich wie eine Wetterfahne mit dem Winde dreht und so die zum Arbeiten nöthige Stellung einnimmt, kostet 300 Gulden, wogegen die großen steinernen Mühlen zu den tiefen Auswässerungen das Hundertfache dieser Summen kosten.

24. Die Triebkraft ist der Wind, und das senkrechte Schaufelrad ist der gewöhnlichste Mechanismus zum Heben des Wassers; in neuerer Zeit hat man auch Räder mit

Digitized by Google

ſchiefen Schaufeln und die Archimediſche Schraube verſucht. Man hat vor 85 Jahren, und ſeitdem zu wiederholtenmalen Verſuche mit Dampfmaſchinen zur Aufförderung des Waſſers gemacht, doch iſt erſt viel ſpäter manchmal die Dampfkraft an die Stelle der Schaufelräder und anderer Mechanismen getreten.

25. Die holländiſchen Windmühlen mit ihren Schaufelrädern können im Durchſchnitt das Waſſer $1^m20$ heben, obgleich dieſe Höhe bei manchen noch größer iſt; mit Archimediſchen Schrauben kann das Waſſer $2^m0$ bis $3^m0$ gehoben werden. Hat alſo ein Polder eine Tiefe von $4^m0$ und man wendet die Archimediſche Schraube an, dann werden die Mühlen in zwei Stufen hintereinander geſetzt, ſo daß die einen oben, die andern unten ſtehen. Die untern Mühlen heben das Waſſer bis $2^m0$ über den Boden und gießen es in einen geſchloſſenen Kanal, der gewöhnlich nur geringe Dimenſionen hat, und von dort heben es die obern Mühlen bis zum Außenwaſſer. Dieſer geſchloſſene Kanal iſt das Zwiſchenbaſſin (15), das man bei allen tiefen Poldern findet; in dem Polder, welcher Zuidplas genannt wird, beſtehen ſelbſt zwei ſolche Zwiſchenbaſſins. Eine ſolche Reihe von Mühlen nennt man einen Gang.

26. Wenn das gewöhnliche Baſſin kein Niveau hat, welches zu einer gehörigen Ableitung nach dem Außenwaſſer hoch genug iſt, ſo bringt man manchmal „obere Baſſins“ (15) in Anwendung. Sie beſtehen aus einer gewiſſen Waſſerfläche, welche höher liegt als das gewöhnliche Baſſin und zwiſchen ſehr hohen Deichen eingeſchloſſen iſt; in dieſes Becken mahlen die hierzu beſtimmten Mühlen das Waſſer aus dem gewöhnlichen Baſſin auf, damit die Mühlen der Polder ihre Arbeit fortſetzen können. Das obere Baſſin kann ſich alſo nach dem Außenwaſſer entleeren, wenn es das gewöhnliche Baſſin aus Mangel an Höhe nicht kann; es iſt dies alſo ein künſtliches Ableitungsmittel für das Baſſin, wenn ihm die natürlichen Mittel fehlen.

27. Das obere Baſſin iſt ſehr koſtſpielig, gewährt aber ſehr großen Nutzen, denn es ſichert den Ländereien, für die es angelegt wurde, die Mittel, ſich ohne Rückſicht auf das Außenwaſſer, in das ſich das gewöhnliche Baſſin ergießt, des Waſſers zu entledigen. Je größer es iſt, um ſo größere Wirkung hat man von ihm zu erwarten.

28. Die Ableitung des Waſſers aus den Poldern erfordert ſehr große Koſten. Zu dem Gehalt des bei jeder Mühle angeſtellten Aufſehers geſellen ſich die noch viel größeren Ausgaben für die Unterhaltung und die Reparatur dieſer Werke; ſie könnten aber geringer ſein, wenn die zuſammenhängenden Polder ſich beſſer miteinander verſtändigten und z. B. eine einzige große Mühle anſtatt der kleinen Mühlen erbauen wollten, wie ſie jeder Polder, auch der kleinſte, gegenwärtig beſitzt. Man brauchte nur die Polder mittels Schleuſen und Siele in Verbindung zu ſetzen, doch wird eine ſolche Maßregel wegen der verſchiedenen Intereſſen und Mißhelligkeiten unmöglich gemacht.

29. Der ſchnelle Abfluß des Waſſers hängt in vielen Fällen nicht bloß von den den Poldern zu Gebote ſtehenden Mitteln, ſondern auch von der Kleinheit oder dem ſchlechten Abfluſſe des Baſſins (12) und dem Grade des Pegels ab, bei welchem die Mühlen regelmäßig ihre Arbeit einſtellen müſſen.

Der Waſſerpegel. — 30. Wenn die Deiche der Waſſerbauverwaltungen oder die Polderdeiche nicht ſo hoch ſind als das größte Hochwaſſer, dem ſie Widerſtand leiſten ſollen, ſo überſchwemmt das Außenwäſſer die Ländereien der Verwaltung, und das Binnenwaſſer tritt daher nothwendiger Weiſe über die Polder; der Boden aber, ſo fruchtbar er auch iſt, erzeugt nichts, wenn er im Sommer auch nur mit einem Millimeter Waſſer bedeckt wäre; die beſte Mühle wird unnütz, wenn ſie das Waſſer auch nur einen Millimeter über ihre Kraft heben ſoll. Es iſt daher nothwendig genau die relative Höhe der Dämme und der Waſſerſpiegel zu beobachten, zu welchem Behuf an geeigneten und zugänglichen Orten Pegel aufgeſtellt wurden, auf denen die neuen und alten Maße angegeben ſind. Wie man den Nullpunkt des Reaumur'ſchen Thermometers als Anfangspunkt für die Wärme- und Kältegrade angenommen hat, eben ſo macht man faſt allgemein Gebrauch von dem Amſterdammer Pegel (abgekürzt AP), auf deſſen Nullpunkt (abgekürzt OA) alle Waſſerſtände und Höhen Hollands bezogen werden. Er entſpricht dem mittleren Waſſerſtande des Y bei Amſterdam und der Oberfläche der natürlichen Terrains (9) in dem größten Theile der beiden holländiſchen Provinzen; jedes höhere oder niedere Niveau wird mit + oder — bezeichnet; $0^m20$ + OA heißt alſo $0^m20$ über dem Nullpunkt des Amſterdammer Pegels; $1^m00$ — OA bezeichnet $1^m0$ unter demſelben Nullpunkt.

31. Der Stillſtandspunkt für die Mühlen (22) iſt beinahe in jedem Waſſerbaudiſtrict verſchieden. Der tiefſte dieſer Punkte in beiden Provinzen von Holland iſt der von $0^m34$ — OA in Schieland, und der höchſte der von $0^m145$ — OA im Amſtellande. Dieſer Stillſtandspunkt (im Holländiſchen „Molenpeil“) iſt alſo etwas ganz anderes als der beſprochene Amſterdammer Nullpunkt; er iſt jedoch auf dieſen letztern bezogen, denn er iſt wie geſagt ein Punkt



Digitized by Google

über dem Amsterdammer Pegel, über den die Mühlen das Wasser des Bassins nicht steigen lassen dürfen, um zu verhüten, daß das Ueberwasser des letztern sich nicht von neuem in die Polder ergieße (12, 22).

Bei einigen vortheilhaft gelegenen Poldern besteht für die Mühlen kein Stillstandspunkt oder Mahlzeichen; sie können so lange arbeiten als es nothwendig erscheint, und es ist dies ein großer Vortheil für die Polder.

Die Bewegung der Oberfläche des Wassers. — 32. Daß das Wasser im Ruhestande stets eine vollkommen horizontale Linie bildet, ist eine ganz natürliche Sache; wenn aber der Wind lange Zeit und heftig von ein und derselben Seite über den Wasserspiegel des Bassins (6) weht, so hört der Wasserspiegel auf horizontal zu sein und nimmt eine sichtbare Neigung an, besonders wenn der Wind nach der Länge über einen Kanal oder See streicht. An der Seite, von welcher der Wind weht, sieht man an den Ufern eine Senkung, und an der entgegengesetzten Seite wird das Wasser gegen die Ufer getrieben und dadurch eine Niveaudifferenz hervorgebracht, die bei dem Harlemmer Meere bis zu einem Meter stieg.

33. Wie sehr durch diese Neigung des Wasserspiegels der Abfluß des Wassers begünstigt werden kann, wenn der obere Theil gegen die Schleusen getrieben wird, ist leicht begreiflich; auch ist es ganz natürlich, daß das auf solche Weise fortgetriebene Wasser, wenn es keinen oder einen zu schwachen Abfluß fände, oft die Deiche und Fangdämme, die man ihm entgegensetzt, angreifen und beschädigen würde.

Es kann daher diese durch die Kraft des Windes verursachte Neigung des Wasserspiegels ein kräftiges Mittel zur Begünstigung des Wasserabflusses und ein gefährliches Ereigniß für die Sicherheit der dem Wasser entgegengesetzten Bauwerke werden. Weit gefährlicher aber noch für die Deiche wird diese Neigung am Außenwasser, wenn der Wind das Wasser gegen die Küsten treibt und sich die Fluth damit in Verbindung setzt.*)

34. Es findet noch eine andere Neigung der Wasserfläche des Bassins, jedoch in entgegengesetzter Richtung statt. Wenn sich nämlich eine Spülschleuse zum Abfluß des Wassers öffnet, so senkt sich das letztere unmittelbar vor der Schleuse, welche Senkung sich aber nicht gleich nach allen Seiten ausdehnt, sondern nur nach und nach stattfindet; sie geht schnell vor sich, wenn die Abzugskanäle breit, gerade und tief sind, langsam aber, wenn ihnen diese wesentlichen Eigenschaften mangeln. Der Wasserspiegel des Bassins ist alsdann bei der Schleuse merklich tiefer, während er weiter entfernt noch keine Wirkung davon empfunden hat, und die für den Abfluß geeignete Zeit verstreicht, bevor das Wasser hat ankommen können.

Es läßt sich hieraus schließen, daß da, wo sich dieser Uebelstand am wenigsten bemerkbar macht, auch die besten Abzugskanäle existiren.

Die Deiche. — 35. Um die nicht tiefen Polder vor dem Wasser zu schützen, errichtet man nur kleine, nicht hohe und nicht breite Deiche, deren Krone oft nur den Raum eines Fußsteges hat. Diese kleinen Deiche erreichen im Rhijnland (42) nur ungefähr die Höhe O. A. Bei großen Austrocknungen aber haben die Dämme in der Regel viel größere Dimensionen und erheben sich über O. A., denn sie haben größere Wassermassen abzuhalten und größere Interessen zu schützen; wird ein nicht tiefer Polder von dem über seine kleinen Deiche fließenden Wasser überschwemmt, der dadurch in der Regel nicht einmal beschädigt wird, so kann die Mühle den Uebelstand sofort abstellen; um aber große früher entwässerte Flächen wieder trocken zu legen, wird viele Zeit erfordert, manchmal ein ganzer Sommer, und der Bruch der Dämme, der bei großen Ueberschwemmungen beinahe unvermeidlich ist, erfordert Wiederherstellungskosten, die oft sehr bedeutend sind. Die Polderdeiche müssen daher stets so beschaffen sein, daß sie dem Bassinwasser Widerstand leisten können, selbst wenn es durch einige Durchbrüche des Außenwassers noch zugenommen hätte. Indessen sind aber die großen Kosten die Ursache, daß man eine so nothwendige Maßregel oft versäumt.

36. Die Dämme gegen das Meer und die Flüsse müssen endlich die höchsten und stärksten sein. Die erstern müssen die außerordentlichen Fluthen übersteigen, die sich bei Stürmen bis $3^m40 + O. A.$ erheben können; die an den Flüssen gelegenen müssen höher sein als die größten Hochgewässer, die nach den Umständen verschieden sind, leider aber immer stärker werden, weil sich die Flußbetten nach und nach erhöhen. Es müssen daher auch die Deiche allmählig erhöht werden.

*) Die stärksten Erhebungen des Meeres während des Sturmes sind nichts anders als das Resultat desselben Phänomens im Großen. Der Wind verhindert alsdann die Wirkung der zurücktretenden Fluthwelle; er stürzt die zweite Fluth über die erste und wenn der Sturm lange Zeit dauert, noch die dritte Fluthwelle über die zweite. Findet dies letztere bei einer starken Fluth statt, so ist das Land in der größten Gefahr, denn das Wasser steigt dann bis zu der unglaublichen Höhe von $3^m40 + O. A.$

Digitized by Google

37. Die Errichtung der Deiche auf trockenem Terrain ist im Allgemeinen eine sehr einfache Sache und bedarf keiner weitern Erwähnung; handelt es sich aber um einen im Wasser anzulegenden Deich, so ist ein solches Werk viel schwieriger und kostspieliger. Die zwei Seiten des Dammfußes werden von der Sohle des Wassers an bis zur Oberfläche von Faschinen in der Form von zwei Mauern hergestellt und der Raum zwischen ihnen wird mit fester Erde ausgefüllt. Auf diesem unerschütterlichen Grundbau erhebt sich dann der übrige Theil des Deichkörpers auf die gewöhnliche Art. Diese Faschinenmauern werden von Flößen von 100 bis 150 Quadratmeter gebildet, welche ganz aus künstlich verbundenen Weidenfaschinen bestehen, so daß sie nur eine einzige compacte Masse bilden. Jedes Floß wird über die Stelle geführt, die es einnehmen soll und welche durch Stangen genau abgesteckt ist; hier wird es mit Steinen und Lehm beladen, um es bis zum Grunde zu versenken. Auf die erste Reihe kommt eine zweite nicht ganz so breite und oft eine dritte und vierte immer schmaler werdende (vergl. das Profil des Schinkelpolders auf Blatt **746**). Man nennt diese Dämme im Holländischen „Plempdijken."

38. Man legt in der Regel jeden Deich höher an als er sein muß, weil man Rücksicht auf das Setzen der Erdmasse nimmt und diese durch die größere Belastung mehr zusammengedrückt wird. Sollten sich einige Theile zu stark setzen, so werden sie nachträglich aufgehöht.

39. Die gegen das Meer oder gegen Flüsse errichteten Deiche und selbst einige innere Dämme, die den Strömungen und den Wogen ausgesetzt sind, wie die längs des Harlemmer Meeres, werden natürlicher Weise durch Defensionswerke geschützt, die aus Buhnen, Steinböschungen, die oft gemauert sind, aus Pfahlreihen, Faschinenpackwerken, künstlich und regelmäßig befestigten Strohlagen, manchmal selbst aus Ziegelmauern bestehen, durch welche die Erdwälle gegen den heftigen Angriff der Wogen geschützt werden.

Wenn man die holländischen Dämme aller Art betrachtet, welche einige hundert Meilen an Länge haben und überall fortwährend mit enormen Kosten errichtet, unterhalten und geschützt werden müssen, da jede Senkung, jede Nachlässigkeit, selbst ein Maulwurfsloch eine Ueberschwemmung oder einen Durchbruch veranlassen kann, so ist es wirklich erstaunenswerth, daß das Land für diese Anlagen so enorme Kosten aufbringen konnte und daß es überhaupt bestehen kann.

40. Es gibt niedrige Deiche mit sanften Böschungen oder aber gewisse Strecken an Deichen, welche absichtlich niedriger gelegt sind, um das Wasser bei einer gewissen Höhe frei überrieseln zu lassen. Sie werden Overlaten (Ueberfälle) genannt und haben den Zweck, das Wasser von einem Punkt, wo es einen gefährlichen Durchbruch veranlassen könnte, abzuziehen und gegen Stellen zu leiten, wo die Ueberflnthung nicht schädlich ist.

41. Die sogenannten Schlafdeiche liegen innerhalb in einiger Entfernung von dem eigentlichen Deiche und werden deßhalb so genannt, weil ihr Nutzen erst eintritt, wenn der letztere unterlegen ist. Dies war der Ursprung gewisser Schlafdeiche, z. B. zwischen dem Dorfe Sparndam und den Dünen (Blatt **746**), wovon später die Rede sein wird; im Allgemeinen aber ist der Schlafdeich nur der alte Deich, den man bestehen ließ, nachdem ein neuer vor ihm erbaut worden war.

Das Rhijnland. — 42. Einer der größten und bedeutendsten Wasserbaubezirke ist der des Rhijnlandes. Sein Ursprung ist sehr alt und hat offenbar seinen Namen von dem durch denselben fließenden Rheinarm, der sich ehemals bei dem Dorfe Katwijk in die Nordsee ergoß, bis die Dünen im 8. oder 9. Jahrhundert seine Mündung versandeten, wie es mehr als einmal mit dem Adour im Golf von Gascogne geschah.

43. Das eigentliche Rhijnland, wie es ursprünglich war und wie es hinsichtlich seiner Verwaltung noch besteht, erstreckt sich westlich längs der Nordsee, südlich von den Umgebungen vom Haag bis in die Nähe der Stadt Gouda, nördlich längs dem Flusse oder dem Golf des Y bis zu den Thoren von Amsterdam, östlich von der Hauptstadt bis Gouda aus, wie es auf Blatt **746** angegeben ist. In diesem Bezirk findet man die berühmte Stadt Leyden, die reizende Stadt Harlem und den großen See, welcher nun ausgetrocknet ist.

44. Es gehören indessen mehrere Polder und Districte in der Nähe der Stadt Woerden insofern ebenfalls zum Rhijnlande als sich ihre Gewässer ebenfalls in das Bassin dieser Verwaltung ergießen; ehemals strömten sie in die Yssel (nicht zu verwechseln mit der Yssel, die sich in den Zuidersee ergießt), was aber wegen der bedeutenden Verlandungen, die sich in diesem Flusse nach seiner im Jahre 1285 durch ein Wehr erfolgten Trennung vom Leck, dem gegenwärtigen nördlichsten Arm des großen Rheins bildeten, nicht mehr möglich ist. Im Jahr 1363 erbauten die Bewohner von Woerden auf ihre Kosten eine Schleuse bei Sparendam zum Abfluß ihres Wassers durch das Rhijnland.



Digitized by Google

45. Das Rhijnland wird gegen die Nordsee durch die Dünen, gegen das Y durch einen hohen von den Dünen bis Amsterdam sich hinschlängelnden Deich geschützt, dessen Krone $3^m0 + $ O. A. liegt. Südlich ist jede Verbindung des Rhijnlandbassins mit denen von Delftland und Schieland durch Dämme und Wehre gehindert. Oestlich ist dasselbe Bassin ebenfalls ganz genau abgeschlossen durch einen Gürtel von mehr oder minder starken Dämmen, welche auch die schon erwähnten Districte von Woerden mit umfassen. Auf diese Weise dehnt sich das Bassin weit über die Grenzen des eigentlichen Rhijnlandes (43) und bis Yssel aus, so daß Gouda selbst in diesem Umfang mit eingeschlossen ist.

46. Der westliche Theil des eben erwähnten hohen Meerdeiches war anfänglich zwischen den Dünen und Sparendam nur ein niedriger Damm (40), den die außerordentlichen Hochgewässer des Y manchmal überflutheten, so daß dann ein Theil des Landes überschwemmt wurde; die Bauverwaltnng des Rhijnlandes ordnete aber im Jahre 1806 dessen Aufhöhung an.

47. Das Rhijnland mit Einschluß der Districte von Woerden theilt sich folgendermaßen:

| | |
|---|---|
| Bassin (6) ..... | 22700 Hectaren |
| Natürliche Terrains, worunter 11400 Hectaren Dünen (9)..... | 30740 „ |
| Polder (21) ..... | 70060 „ |
| Im Ganzen | 123500 Hectaren. |

Der Umfang der natürlichen Ländereien beträgt daher nur den vierten Theil des ganzen Flächeninhaltes; die übrigen drei Viertheile sind Wasser, oder würden ohne die Mühlen Wasser sein.

48. Das Bassin ist beinahe ununterbrochen (6); mehr als 21125 Hectaren sind Seen oder Torfstiche; das Harlemmer Meer bildet den größten Theil davon, denn es beträgt die entwässerte Fläche 18100 Hectaren. Es verbleiben daher dem Bassin 4600 Hectaren, und rechnet man dazu 200 neue Hectaren für den Umfangskanal, so reducirt sich das Rhijnland nach der Austrocknung auf 4800 Hectaren.

49. Die Abwässerung des Rhijnlandbassins geschieht an drei Punkten: 1. nach dem Y bei Sparendam durch vier, bei Halfwege, Amsterdam und Harlem durch drei Schleusen, die zusammen eine Breite von $41^m57$ haben; 2. nach der Nordsee durch die Schleuse von Katwijk, welche drei Oeffnungen mit einer Gesammtbreite von $16^m95$ hat; 3. nach der Yssel bei Gouda durch drei Schleusen mit einer Breite von $19^m10$. Diese eilf Schleusen gewähren also dem Durchfluß des Wassers einen Raum von $77^m62$.

50. Die Kraft und Menge des Abflusses an diesen drei verschiedenen Punkten gestalten sich aber sehr verschieden. Das mittlere Niveau des Bassins ist im Sommer $0^m65$ — O. A., im Winter $0^m39$ — O. A., obschon es sich auch bis $0^m22$ — O. A. erhebt. Die gewöhnliche Ebbe des Y sinkt kaum unter $0^m26$ — O. A hinab. Der Abfluß würde also im Winter nur ein Minimum sein, wenn die Winde nicht zu Hülfe kämen; die Süd- und Südostwinde aber, die in Holland so häufig wehen, drücken oft fern von den Yschlenseu das Wasser dieses Meeresarmes so weit, daß es unter dem gewöhnlichen Ebbestande steht, und da sich nun gleichzeitig (32) eine starke Neigung am Wasserspiegel des Bassins bildet, die gegen dieselben Schleusen von Sparendam und Halfwege aufsteigt, so entsteht ein enormer Höhenunterschied zwischen dem äußern aufgestauten und dem übermäßig gestiegenen Wasser des Bassins. Der Abfluß ist dann ein gewaltiger, besonders, wenn die Winde immer in derselben Richtung wehen und also das ganze Y in den Zuidersee und diesen in die Nordsee zurückdrängen; es findet dann der Abfluß ganze Tage hindurch statt, ohne von der steigenden Fluth unterbrochen zu werden.

51. Manchmal drängen ununterbrochene Nordwinde oder heftige Ostwinde die Nordsee in den Zuidersee und diesen in das Y, so daß im Hintergrunde dieses Seearmes die Ebbe beinahe unmerklich ist. In diesem Falle ist jeder Abfluß des Rhijnlandes nach dem Y unterbrochen und das Wasser im Bassin erreicht ganze Tage hindurch eine nachtheilige Höhe. Der Abfluß des Rhijnlandes nach dem Y hängt also nicht von regelmäßigen Gezeiten, sondern von günstigen Winden ab.

52. Ganz anders verhält es sich bei Katwijk, wo die Fluth stärker ist als im Y; die niedrigen Ebben sinken gewöhnlich bis $0^m70$ — O. A. hinab, und da noch drückt sie der Ostwind manchmal bis aufs Doppelte selbst in dem Moment hinunter, wo sie das Y zum Steigen bringen. Der Abfluß ist daher bei Katwijk regelmäßiger und geht dort gerade dann am besten vor sich, wenn er am Y unmöglich ist. Die Südwestwinde verursachen auch bei Katwijk niedrige Ebben und folglich noch eine günstige Gelegenheit mehr zur Entleerung des Bassins.

53. Dieses Mittel fehlte indessen bis zum Anfange des jetzigen Jahrhunderts, weil der Rhein seit vielleicht 1000 Jahren versandet war (42). Man hatte wohl im Jahre 1400 im Sinne, diese alte Mündung wieder zu eröffnen und daselbst Schleusen zu erbauen; im Jahre 1572 führte man diese Absicht erst aus, jedoch auf unzweckmäßige

Digitized by Google

Weiſe, ſo daß bald eine neue Verſandung ſtattfinden mußte. Im Jahre 1804 wurden der Kanal und die gegenwärtigen Schleuſen von dem Waterſchap des Rhijnlandes begonnen, und im Jahre 1807 wurde dieſes herrliche Werk vollendet.

54. Der Zuſtand des Rhijnlandes wurde durch den Kanal von Katwijk ungemein verbeſſert, und es iſt demſelben dadurch das Mittel verſchafft worden, ſeinem Waſſer nach der einen oder der andern Seite Abfluß zu verſchaffen. Gleichwohl gewährt dieſer Kanal nicht einen ſo ſtarken Abfluß als die in das Y mündenden Kanäle, und zwar zuvörderſt wegen der geringern Räumlichkeit ſeiner Schleuſen (49), dann aber auch, weil das Waſſer des Sees erſt auf einem langen Umwege dahin gelangt, wodurch bei jeder Oeffnung der Schleuſen die Nachtheile der Neigung des Waſſerſpiegels entſtehen, von denen im §. 34 die Rede war.

Der Abfluß nach der Yſſel iſt wegen der Verſandungen dieſes Fluſſes beinahe für gar nichts zu rechnen.

55. Außer den drei erwähnten Abflüſſen hat das Rhijnland noch einige andere kleine Communicationen mit den angrenzenden Waſſerbaubezirken, und zwar zu Gunſten des Baſſins allein oder zu Gunſten der Schifffahrt; tiefer aber im Allgemeinen als das angrenzende Land, nimmt es durch dieſe verſchiedenen Communicationen mehr Waſſer auf als es abgibt.

Die Ausdehnung ſeines Baſſins gewährt ohne Zweifel den Vortheil, daß es dieſes Waſſer und das von den Dünen herablaufende, ſo wie alles Regenwaſſer bis zu dem für ihren Abfluß geeigneten Moment halten kann; es hat dagegen den großen Nachtheil, daß die Schleuſen oft nur langſam dieſes ungeheuere Ueberwaſſer abſorbiren können. Immerhin iſt es keinem Zweifel unterworfen, daß dieſe Großartigkeit des Baſſins in trocknen Jahreszeiten ein ſehr glücklicher Umſtand zur Speiſung der Polder mittels ihrer Schleuſen iſt (11 u. 12).

56. Das Rhijnland beſitzt alſo ein Baſſin mit niedrig gelegenem Niveau, mit ungeheurer Ausdehnung, deſſen Abfluß, obſchon durch den Kanal von Katwijk bedeutend verbeſſert, im geeigneten Moment nicht allein nicht immer möglich iſt, ſondern im Gegentheil oft von der Richtung und der Kraft der Winde abhängt.

57. Die natürlichen Terrains mit Ausſchluß der Dünen haben einen Flächeninhalt von 19300 Hectaren. Ein Theil davon, beſonders in den Umgebungen des Harlemmer-Meeres, liegt ſo niedrig, daß er im Winter von dem Baſſinwaſſer, wenn es ſehr hoch ſteht, überſchwemmt wird; nichts deſtoweniger erzeugt dieſes Land ſehr gutes Heu. Dagegen iſt der höher gelegene Theil, auf welchem auch die Städte und Ortſchaften des Rhijnlandes beſtehen, ein ausgezeichneter Boden für Weideplätze und Getreidebau.

Damit aber dieſe Vortheile erreicht werden können, muß das Baſſin ſtets auf ſeinem gewöhnlichen Niveau erhalten werden, obgleich daſſelbe in Bezug auf die Polderbeiche oder auf einige Punkte der innern Schifffahrt nicht nothwendig wäre.

58. Die Anzahl der Polder des Rhijnlandes, welche zuſammen einen Flächeninhalt von mehr als 70000 Hectaren haben (47), beträgt 198, wovon 28 Entwäſſerungen (20) mit zuſammen 15000 Hectaren.

Die Polder, im Gegenſatz zu den Entwäſſerungen, liegen in der mittlern Höhe von $0^m80$ bis $1^m20$ — O. A.

Die mittlere Lage der Entwäſſerungen iſt $4^m50$ — O. A. Rechnet man dazu $0^m80$ + O. A., die gewöhnliche Höhe der ſteigenden Fluth, ſo findet man, daß 15000 Hectaren der fruchtbarſten Ländereien $5^m30$ hoch überſchwemmt werden könnten, wenn ſie nicht durch Kunſt den Wogen entzogen würden.

59. Alle dieſe Polder haben 261 Mühlen zur Aufmahlung ihres Waſſers in das Baſſin des Rhijnlandes.

Man ſagt, jedoch ohne Beweisführung, daß dieſe Mühlen, wenn ſie bei günſtigem Winde zugleich arbeiteten, das Niveau des Baſſins in 24 Stunden um drei Millimeter heben würden.

Von dieſen 261 Mühlen gibt es 124, die mehr als den dritten Theil der Polder trocken zu legen haben und bei dem vorgeſchriebenen Mahlzeichen aufhören müſſen zu arbeiten (31). Die andern 137 Mühlen gehören beiläufig den übrigen zwei Dritttheilen an, ſind alle nördlich vom Rhein gelegen und ſind an kein Mahlzeichen gebunden, was für die Polder, die dieſe Berechtigung genießen, ein ſehr günſtiger Umſtand iſt.

Von dieſen 124 Mühlen kommen 40 auf den Diſtrict Woerden, für welchen, da er höher liegt als das Rhijnland, das Mahlzeichen ſo ziemlich im Niveau von O. A. liegt; für die noch verbleibenden 84 Mühlen, die alle ſüdlich vom Rhein liegen, iſt das Mahlzeichen ſeit langer Zeit auf $0^m275$ — O. A. feſtgeſetzt, welche Höhe in Uebereinſtimmung iſt mit der Höhe der die Polder umſchließenden Deiche, mit der Lage der Ortſchaften und Meierhöfe, und mit der Kraft der meiſten Mühlen.

Die 84 Mühlen, die dem Mahlzeichen untergeordnet ſind, liegen alle ſüdlich von dem Deiche, der ſich am linken Ufer des Rheins hinzieht. Wenn ſich das große Baſſin des

Digitized by Google

Rhijnlandes überall über das Mahlzeichen erhebt, oder wenn das Wasser von dem Ostwinde gegen diesen Deich getrieben wird, so schließt man die vielen Schleusen desselben und verhindert also die Erhebung des Wassers in dem südlichen Theil des Bassins, und es tritt dann der Zustand ein, den wir in §. 6 „die zeitweise Trennung eines Theils des Bassins" genannt haben. Eine ähnliche Absonderung, jedoch aus einem andern Grunde, findet manchmal im Sommer mittels einer Schleuse in dem Rheine selbst bei dem Dorfe Bodegraven (Blatt 746) statt; man hält dann durch diese Schleuse den Theil des Bassins, welcher den District von Woerden umfaßt und etwas höher liegt als das eigentliche Rhijnland; ohne diese Maßregel würde er sein Wasser in solchem Maße verlieren, daß die Schifffahrt des ihn durchströmenden Rheins behindert wäre.

60. Wenn sich ungeachtet dessen das Wasser in diesem zeitweise getrennten Theil des Bassins noch zu viel senkt, so öffnet man die Schleusen an der Yssel aufwärts von Gouda, um solches einzulassen, d. h. wenn dieser Fluß keinen zu niedrigen Wasserstand hat; kann er aber Wasser genug abgeben, so geschieht es, daß in trocknen Jahreszeiten die Yssel das Rhijnland durch die erwähnte Schleuse von Bodegraven speist. Eben so liefert dann die Yssel auf geradem Wege Wasser durch ihre Schleusen zu Gouda, wie auch die Maas durch das Delftland hindurch mittels ihrer bei dem Dorfe Leydschendam gelegenen Schleuse (4).

Es ist freilich diese Speisung mangelhaft und nicht ausgiebig, indessen ist es in der Folge zu erörtern, ob diese Versorgungsmittel nach der Austrocknung des Sees nicht verbessert und wirksamer gemacht werden können.

61. Der Ursprung der Institutionen des Rhijnlandes verliert sich in die Nacht der Zeiten; seit dem Jahre 1253 wurden sie von dem deutschen Kaiser Wilhelm anerkannt und von dessen Sohn, dem Grafen Florenz V. und seinen Nachfolgern bestätigt. Die Verwaltung besteht aus sieben Mitgliedern, die bei jeder vorkommenden Vacanz auf den Vorschlag des Collegiums von dem König ernannt werden. Sie besitzt in Sparendam, Leyden, besonders aber in Halfwege große Gebäude für die Wohnung der Vorgesetzten, zu den Versammlungen und manchmal auch zum Aufenthalt für die Mitglieder des Collegiums, welches die jährlichen Rechnungen der Polder abschließt, über Differenzen entscheidet, Ordonnanzen verfaßt, die für den allgemeinen Nutzen nöthigen Wasserbauwerke, von denen die des Harlemmer Meeres den wesentlichsten Platz einnehmen, errichtet und unterhält, so wie endlich alljährlich die Kosten pro Hectare vertheilt. Hinsichtlich der finanziellen Angelegenheiten ist dieses Collegium den Entscheidungen einer höhern Behörde unterstellt, die aus einigen der größten Grundbesitzer, welche von sämmtlichen Eigenthümern gewählt werden, besteht. Endlich wacht dieses Collegium, obgleich den Provinzialstaaten nach dem Grundgesetz die Inspection oder die obere Leitung über die Wasserbauverwaltungen obliegt, in der That über alle Interessen und alle Wasserbauwerke Hollands.

Wenn wir bei dem Rhijnlande verhältnißmäßig längere Zeit verweilt haben, so hat dies seinen Grund darin, daß die Austrocknung des Harlemmermeeres in unmittelbarem Zusammenhange mit den Interessen und den Localitäten dieser Verwaltung steht, und weil die Kenntniß der bisher dargestellten Einzelnheiten für das Verständniß verschiedener Punkte unumgänglich nothwendig ist.

Das Harlemmer Meer. — 62. Das Harlemmer Meer liegt in dem nördlichen Theil des vorstehend näher dargestellten Rhijnlandes, und es war der größte Theil des Raumes, den es vor der Austrocknung eingenommen, ehemals ein bewohntes Land. Nach einer alten Karte bestanden im Jahre 1531 nur vier kleine Seen, zwei Wege durchschnitten den gegenwärtigen Raum, auf dem sich drei Dörfer erhoben. Diese vier Seen hatten damals einen Flächeninhalt von 6000 Hectaren.

Im Jahre 1591 war schon eins von diesen Dörfern verschwunden, im Jahre 1647 hatten die beiden andern dasselbe Schicksal und die alten kleinen Seen waren zu einem einzigen See vereinigt, dem man den Namen „Harlemmer Meer" beilegte; der nördliche Theil desselben, das Spieringmeer, hatte allein seinen Namen beibehalten und heißt auch jetzt noch so. Der das „Kagermeer" genannte Theil hatte sich gegen Süden gebildet und das Meer erhielt seine gegenwärtige Form, hat sich aber seitdem allmählig nach allen Richtungen, besonders aber gegen Norden und Nordwesten vergrößert, und es wurde sogar eine Vereinigung mit den nahe liegenden Torfgruben befürchtet, die sich wegen des unaufhörlichen Torfstechens, (16) ebenfalls vergrößerten. Die auf dem Blatt 746 angegebenen punktirten Linien weisen die in den verschiedenen Epochen erfolgten Veränderungen nach.

63. Da die Verwaltung des Rhijnlandes die Kosten nicht bestreiten konnte, um seit dieser Zeit den See zu unterhalten, so wendete sie sich an die höhere Behörde, und es bewilligten in Folge dessen die Generalstaaten im Jahre 1767 und einigen darauf folgenden Jahren mehrere Subsidien,

Digitized by Google

die sich zusammen auf 2½ Millionen Gulden beliefen; seit dieser Zeit bis zur Austrocknung fügte das Rhijnland dieser Summe noch etwa eine Million Gulden hinzu; alljährlich wurden 30000 bis 40000 fl. für die Schutzbauten gegen das weitere Vordringen des Sees verausgabt, und wenn man auch mit diesen Mitteln dahin gelangt ist, schöne und wirksame Wasserbauwerke zu errichten, so wurden doch die Kosten für die Unterhaltung und Vervollständigung derselben mit jedem Jahre bedeutender. Der See war in den letzten drei Jahrhunderten dreimal größer geworden; er hatte mehr als 18000 Hectaren Flächeninhalt (48) und einen Umfang von 11 Lieues. Jeder Sturm verursachte neue Beschädigungen, wenn die Wogen mit Heftigkeit gegen die Schutzbauten andrängten und sich an denselben in schäumenden Bergen brachen wie die Brandung des tobenden Meeres.

Wenn jene Werke, die längs den Torfseen von Aalsmeer angelegt sind, vernichtet worden wären, so daß der See in Verbindung mit jenen großen Wassermassen sich östlich über die benachbarten ausgetrockneten Terrains ergossen hätte, so hätten die Wogen bis Utrecht vordringen und beträchtlichen Schaden verursachen können.

64. Die Ursache dieses fortwährenden Terrainverlustes liegt an der Leichtigkeit des Bodens, der aus weichen und feinen Partikeln besteht, welche ununterbrochen von der gewöhnlichen Wirkung des Wassers und dem Ungestüm der Wogen angegriffen werden. Wenn man fragt, was aus diesem ohne Unterlaß fortgeschwemmten Erdreich geworden ist, so läßt sich darauf antworten, daß ein torfhaltiger und halb schwimmender Theil seit undenklichen Zeiten längs der Ufer aufgefangen und in die oft weit entlegenen Gemüsegärten und Baumschulen transportirt wurde. Der schlammige Theil, vielleicht der bedeutendste, wird bei der starken Strömung durch die Schleusen herbeigeführt sein und ohne Zweifel zu den Verlandungen des Y beigetragen haben.

65. Der Boden oder die Sohle des Sees ist eben und hat eine Tiefe von 4m0 unter dem gewöhnlichen Wasserspiegel. In einer Tiefe von 5m0 — O.A findet man eine Schicht reinen Thons, worüber eine andere Schicht gemischten Thons liegt, die an mehreren Stellen mit einer schwachen Schicht schwarzer fruchtbarer Erde bedeckt ist. Dieses Resultat wurde im Jahre 1812 durch 1079 Messungen und 229 Abbohrungen ermittelt, wovon das Rhijnland eine Karte besitzt; auch wird es durch einige Terrains bestätigt, welche neben dem See und in derselben Tiefe liegen und sich einer großen Fruchtbarkeit erfreuen.

66. Der See steht auf allen Seiten mit dem übrigen Theil des Bassins durch eine gewisse Anzahl von Kanälen sehr verschiedener Breite in Verbindung, welche sowohl von den vielen Fahrzeugen benutzt werden, die den See frequentiren, als auch zum Abfluß des Wassers aus dem Bassin und zur Speisung der Polder dienen. Durch die Schleuse von Halfwege wird die ganze Masse des Ueberwassers besser als durch den besten Abzugskanal abgeführt und ein Theil wird durch den Spaarne und den Liede gegen die Schleusen von Sparendam oder gegen die Schleusen von Katwijk beim Dorfe Kaag vorübergedrängt.

67. Mittels eines Inundationssystems kann die Hauptstadt gegen jeden feindlichen Angriff gedeckt werden, und bei diesem System würde der See eine Seite der Defensionslinien bilden. Er erstreckt sich über einen Flächenraum von 18000 Hectaren, der in fruchtbares Land verwandelt werden kann; er bildet ein für die anstoßenden Ländereien gefährliches Binnenmeer; nur mit Mühe und immer größer werdenden Kosten kann er in seinem Bett erhalten werden. Läßt man also den See ferner bestehen, so kann er unberechenbare Uebelstände herbeiführen; trocknet man ihn aber aus, so ist man für die Zukunft vor allen Besorgnissen gesichert und die wenigen Unannehmlichkeiten, die damit verbunden sind, werden sich auf andere Weise ausgleichen. — Eine Entscheidung hierüber wurde demnach ein dringendes Erforderniß.

Die früheren Entwässerungspläne. — 68. Im Jahre 1617 verlangte eine Gesellschaft von den Staaten von Holland die Concession zur Entwässerung des Harlemmer Meeres, doch scheint es, daß diesem Antrag gar keine Berücksichtigung gegeben wurde. Im Jahre 1631 wurde von einer andern Gesellschaft eine ähnliche Concession vergeblich verlangt, und namentlich wehrte sich die Stadt Leyden lebhaft dagegen.

Im Jahre 1643 veröffentlichte ein Mühlenbauer aus dem Dorfe Ryp in Nordholland, Namens Leeghwater, in einer sehr geschätzten kleinen Schrift einen von einer Karte begleiteten detaillirten Plan zur Entwässerung. Diese Schrift erlebte 13 Auflagen, wovon die letzte von dem Advocaten van Hasselt im Jahre 1838 erschien.

Leeghwater schlug einen Ringdeich und einen breiten Abzugskanal, so ziemlich in derselben Richtung als der jetzt angelegte, vor, doch wollte er den Theil, welcher das Kagermeer genannt wird, nicht mit einbeziehen. Das Wasser sollte von 160 großen Windmühlen in 40 Gängen à 4 Etagen (25) in den Umfassungskanal aufgemahlen werden, welcher

Digitized by Google

wie jetzt einen Theil des Baſſins ausgemacht hätte. Es wäre alſo das Waſſer des Sees in das Baſſin geleitet und ſo zu den Schleuſen geführt worden. Die Schleuſen von Katwijk exiſtirten nicht und Leeghwater rechnete auch nicht auf ihre Anlage; dagegen wollte er mittels eines Dammes im Y bei Halfwege ein oberes Baſſin (26) bilden, um nicht zu ſehr von der Fluth während der Entwäſſerung abhängig zu ſein. Er rechnete darauf 17000 Hectaren Land trocken zu legen und ſchlug die Koſten des ganzen Unternehmens auf 3690000 Gulden an.

69. Beinahe in derſelben Zeit erſchien ein ähnlicher Plan von einem gewiſſen Beeris, der auf 15 Mühlen für den Dienſt eines obern Baſſins und für die Entwäſſerung auf 108 Mühlen rechnete, welche in 36 Gängen à drei Etagen vertheilt werden ſollten, ſo daß die 15 Mühlen des obern Baſſins eine vierte Etage gebildet hätten.

70. Nach dieſen beiden Plänen blieb die Entwäſſerungsfrage ein Jahrhundert hindurch unberührt, bis im Jahre 1742 die Verwaltung des Rhijnlandes ihren Ingenieuren den Befehl ertheilte, einen neuen motivirten Plan auszuarbeiten; es ſollte aber weder das Kagermeer noch das Spieringmeer eingedeicht werden. Man erwähnte das obere Baſſin nicht, rechnete aber auf einen Abzugskanal gegen Katwijk; man nahm 28 Gänge Mühlen à 4 Etagen und eine entwäſſerte Fläche von 16100 Hectaren an; die Koſten ſollten 6631000 Gulden ohne die Anlage des Kanals von Katwijk betragen.

71. In derſelben Epoche lieferte ein Arzt von Leyden ein anderes Project; Herr Zumbach von Koesfelt wollte die Entwäſſerung erſt bewirken, nachdem er alle an den See anſtoßenden Kanäle ausgefüllt, um ſpäter den Umfangsdeich mit der trocken gelegten Thonerde aufführen zu können. Was ſollte aber dann mit der Schifffahrt werden und warum einen Deich aufführen, nachdem die Entwäſſerung ohne denſelben geſchehen iſt? Die Koſten wurden nur auf 4 bis 5 Millionen berechnet.

72. Von 1750 bis 1752 kam das Rhijnland bei den Generalſtaaten um die Entwäſſerung ein und ſuchte ſich mit den Städten Harlem und Leyden zu verſtändigen; als definitives Reſultat erhielt man aber nur einen Reductionsplan der früheren Projecte bis zur Summe von 5704000 Gulden.

73. Im Jahre 1766 beauftragten die Staaten von Holland in Uebereinſtimmung mit der Verwaltung des Rhijnlandes einige Sachverſtändige, diejenigen Mittel vorzuſchlagen, welche geeignet wären, das Umſichgreifen des Sees zu verhindern. Dieſe waren verſchiedener Meinung. Der Sachverſtändige Engelman und drei andere lieferten im Jahre 1767 einen Entwäſſerungsplan, riethen jedoch von dem Unternehmen ab, da es ſelbſt bei der Anlage eines Abzugskanals nach Katwijk für das Rhijnland gefährlich wäre. Die beiden Experten Klinkenberg und Goudrian dagegen hielten die Entwäſſerung für nützlich und verfaßten im Jahre 1769 ihr Project, in welchem das Spieringmeer nicht mit eingeſchloſſen war; ſie trugen auf ein oberes Baſſin von beiläufig 500 Hectaren bei Sparendam innerhalb des längs des Y laufenden Deiches an; 50 Mühlen ſollten dort das Waſſer des künftig verminderten Baſſins des Rhijnlandes aufmahlen, um ſeine zu große Erhebung zu verhindern. Leeghwater und Beeris hatten ein ähnliches Baſſin, jedoch ein kleineres und außer dem Deiche gelegenes verlangt. Klinkenberg beantragte 112 Mühlen, nämlich 28 Gänge à 4 Etagen, eine Austrocknung von 19000 Hectaren und eine Summe von 9 Millionen Gulden.

Der Profeſſor D. van de Wynperſſe, der mit der Prüfung dieſes Projectes beauftragt war, rieth deſſen Ausführung im Jahre 1771 an; man begann aber die Defenſionswerke (63) und das 18. Jahrhundert endete ohne Entwäſſerung.

74. Im Anfange des jetzigen Jahrhunderts, im Jahre 1808, beauftragte der Miniſter des Innern den Ingenieur A. Blanken mit der Ausarbeitung eines neuen Projectes.

Das Rhijnland hatte ſich indeſſen unendlich verändert, denn die Aufhöhung des Schlafdeiches bei Sparendam (46) hatte ſtattgefunden und der Abzugskanal nach Katwijk (53) war hergeſtellt worden; das Unternehmen war alſo hierdurch viel praktiſcher geworden. Blanken proponirte indeſſen die Rectification dieſes Kanals, ungefähr in der Art wie er am 1. Oktober 1843 beſtand (88). Er wünſchte ein oberes Baſſin nach Art des Klinkenberg (73) und beſtimmte hierzu das Spieringmeer mit 30 großen Mühlen. Einige Werke an dem Kanal Gouwe ſollten dahin gerichtet ſein, alles Waſſer der 22 an dieſem Kanal aufmahlenden Mühlen, das jetzt in das Baſſin des Rhijnlandes fließt, nach der Yſſel abzuleiten. Die Entwäſſerung nach ſeinem Plan ſollte in zehn Jahren bewirkt werden; die entwäſſerte Fläche ſollte 18000 Hectaren betragen, und die Koſten wurden auf 8 Millionen berechnet; die Waſſergewältigung ſollte mit 93 Mühlen in 21 Gängen à 3 Etagen geſchehen.

75. Im Jahre 1820 erſchien ein Plan deſſelben Engelman, von welchem früher (73) die Rede war und welcher jetzt in einem Alter von mehr als 80 Jahren

Digitized by Google

ſtand. In größerem Maßſtabe entworfen ſchloß dieſer Plan nicht bloß das Spieringmeer nicht aus, ſondern umfaßte auch den kleinen See Lütkemeer und die Torfſeen von Aalsmeer; auf die Schifffahrt aber war wenig Rückſicht genommen worden. Das Waſſer des Sees ſollte nicht nach dem Baſſin des Rhijnlandes, ſondern direct nach dem Y mittels eines obern Baſſins geleitet werden, das man bei Halfwege außer dem Deiche anlegen wollte. Dort wären in zwei Etagen Mühlen mit Archimediſchen Schrauben aufgeſtellt worden, und zwar 25 auf der obern, 30 auf der untern Etage, zuſammen 55 Mühlen. Ein anderes oberes Baſſin bei Sparendam ſollte dem künftig verminderten Rhijnland mit 15 Mühlen zu Hülfe kommen. Auf dieſe Weiſe wollte man in 5 Jahren mit dem Koſtenaufwande von 12 Millionen Gulden 24000 Hectaren trocken legen.

76. Im Jahre 1819 bewilligte König Wilhelm I die Conceſſion der Entwäſſerung dreien Perſonen, dem Baron de Lynden von Hemmen, Roell und Repelaer mit der Autoriſation die erforderlichen Fonds zu negociiren. Auf ihre Veranlaſſung hatte die gelehrte Geſellſchaft in Harlem einen Preis für das beſte Entwäſſerungsproject ausgeſetzt, was aber zu keinem befriedigenden Reſultat führte.

Der Baron von Lynden beſchloß damals (im Jahre 1821) die Herausgabe eines von Karten begleiteten Buches über die Entwäſſerung des Harlemmer Meeres, eines ſehr geſchätzten Werkes, für das weder Sorgfalt noch Koſten geſpart wurden. Obgleich der Verfaſſer mehr als Engelman (75) Rückſicht auf die Bedürfniſſe der Schifffahrt nahm, ſo unterbrach er doch ſeinen Ableitungskanal um den See in den nördlichen und ſüdlichen Theilen. Wie Engelman wollte er das Waſſer des Sees direct in das Y leiten. Seine Triebkraft war der Dampf, angewendet auf Schaufelräder mit geneigten Ebenen. Mit Hülfe von 18 dieſer in 6 Gängen à 3 Etagen vertheilten und allen bei Halfwege aufgeſtellten Maſchinen beabſichtigte er die Hebung des Waſſers bis 18 Fuß über der Sohle, d. h. 1m30 höher als den Waſſerſpiegel des Sees; die obere Etage indeſſen ſollte ſo hergeſtellt werden, daß man im Nothfall das verminderte Rhijnland vom Waſſer befreien könnte. Mittels eines Koſtenaufwandes von 7 Millionen Gulden ſollten 20000 Hectaren entwäſſert werden.

Die Oberingenieure Bruning s und Mentz erſtatteten im Jahre 1823 einen eingehenden Bericht über dieſen Gegenſtand, aus welchem hervorgeht, daß ſie, obgleich ſie in einigen Nebenſachen anderer Meinung waren, doch das Project für ausführbar hielten. Am Ende deſſelben Jahres ſprach der Generalinſpector der Waſſerbauten Blanken auf Befehl des Königs ſeine Meinung über dieſes Entwäſſerungsproject aus; ſie ging dahin, daß daſſelbe ausführbar ſei, wenn einige Modificationen ſtattfinden würden. Er kam auf die Idee zurück, das Spieringmeer nicht auszuwäſſern, um das Baſſin des Rhijnlandes nicht zu ſehr zu vermindern. Wie der Baron von Lynden wollte er das Waſſer des Sees unmittelbar nach dem Y ableiten, indem er unter der Straße und dem Kanal von Amſterdam nach Harlem drei Durchläſſe anlegte. Alle Mühlen hätten alſo am Lütkemeer angelegt werden müſſen. Obgleich er die Vortheile der Dampfanwendung in Bezug auf Oekonomie der Zeit und der Koſten einräumte, ſo ſchlug er doch 102 große Windmühlen vor, vertheilt auf 34 Gänge à 3 Etagen, welche das Waſſer 0m62 über die gewöhnliche Fluth heben ſollten. Sein Ableitungskanal ſollte ebenfalls nicht ununterbrochen ſein; weſtlich vom See ſollte er die außerordentliche Breite von 75m0 haben. Für einen Koſtenaufwand von 8 Millionen Gulden ſollten 20000 Hectaren entwäſſert werden.

77. Im Jahre 1829 erſchien eine Broſchüre von Hrn. v. Stappers mit der Veröffentlichung eines neuen Planes; es ſcheint aber, daß dieſer fremde Ingenieur nicht die gehörigen Localkenntniſſe beſaß. Er ſchien z. B. den Rhein bei Katwijk als zu dem Außenwaſſer gehörend zu betrachten; er wollte die Waſſermaſſe des Sees durch Abfluß derſelben auf 1m0 Tiefe ohne künſtliche Aufförderung vermindern, und es ſollte dieſer Abfluß durch einen Kanal ſtattfinden, den man vom See bis in die Nordſee graben wollte und zwar bei dem Dorfe Hillegom vorüber, und unter den Dünen mit einem Tunnel. Sein Unternehmen dehnte ſich auch auf die 4000 Hectaren der Torfſeen von Aalsmeer aus, welche nach ſeiner Meinung für 4 Millionen verkauft werden könnten, und er war der Meinung die Entwäſſerung binnen zwei Jahren mit Pumpen nach ſeiner Erfindung zu bewirken. Die Koſten ſollten 6 Millionen betragen.

78. Endlich in demſelben Jahre 1829 lieferte der Generalinſpector der Waſſerbauten Mentz, als er noch Oberingenieur von Nordholland war, auf Verlangen des Königs einen vollſtändigen Plan mit Karten. Obgleich er einige Einwendungen gegen die Ideen des Generalinſpectors Blanken machte, ſo nahm er doch dieſelben Principien an; inzwiſchen ſollte der Ableitungskanal ohne Unterbrechung neben dem Ringdeich angelegt werden. Für die Entwäſſerung von 16000 Hectaren wurden 5 Jahre Zeit und 7 Millionen Gulden beanſprucht, wobei jedoch auf keine Koſten für die



Digitized by Google

Rectification des Kanals von Katwijk gerechnet war, die natürlich für unnütz erachtet wurde, weil das Waſſer unmittelbar nach dem Y abgeleitet werden ſollte.

Später modificirte Mentz ſeine Anſichten. Die Erfolge einer Dampfhebemaſchine bei Arkelſchedam (118) ſchienen ihm die Berechtigung zu geben, entweder bei Sparendam oder bei Halfwege eine Maſchine dieſer Art anzulegen, welche das Baſſin des Rhijnlandes in das Y in kräftigſter Weiſe aufmahlen könnte; es ſollte dann alles Waſſer des Sees in das Baſſin fließen, anſtatt es direct in das Y zu leiten; das anfänglich projectirte obere Baſſin wurde dadurch unnütz gemacht und die Mühlen hätten an drei verſchiedenen Punkten, bei Spaarne, am Kagermeer und am Lütkemeer vertheilt werden können. Die Schifffahrt blieb dann im Norden des Sees frei, und der ganze Plan näherte ſich im Ganzen dem, welcher ausgeführt worden iſt. Endlich wollte Mentz Dampfmaſchinen in Verbindung mit Windmühlen anwenden.

79. Man erſieht alſo hieraus, daß es, beſonders in letzterer Zeit, an Entwäſſerungsprojecten nicht gefehlt hat, für deren Ausführung die Koſten weſentlich, von 3½ bis 12 Millionen, variiren; die meiſten indeſſen drehen ſich um eine Summe von beiläufig 8 Millionen.

Anfänglich ſprach man nur von der Anwendung von Windmühlen, als man aber ſpäter den Dampf kennen lernte, kam man auf andere Ideen. Baron von Lynden betrachtete ihn als die einzige Triebkraft, Mentz wollte ihn nur als Hülfsmittel für die Windmühlen.

Auf der einen Seite war man von der Nothwendigkeit eines obern Baſſins überzeugt, um nach der Entwäſſerung das verminderte Baſſin des Rhijnlandes vom Waſſer zu befreien, oder aber man hielt die Beibehaltung des Spieringmeeres für unerläßlich, um das Baſſin nicht zu ſtark zu vermindern und um ihm, wenigſtens zum Theil, die günſtige Wirkung des Windes bei den Schleuſen (33) zu erhalten. Anderſeits ſchien man keinen Werth auf dieſe Maßregeln zu legen.

Uebrigens beſtand kein ſehr großer Unterſchied in den vorgeſchlagenen Syſtemen, mit Ausnahme, daß die einen die unmittelbare Ablaſſung des Sees nach dem Außenwaſſer für unumgänglich nöthig hielten, während die andern keinen Anſtand nahmen den Abfluß nach dem Baſſin des Rhijnlandes vorzuſchlagen.

Die Austrocknung des Sees war alſo in dem Zeitraum von zwei Jahrhunderten fünfzehnmal und vielleicht noch öfter in motivirten Projecten behandelt worden. Der Gegenſtand hatte beinahe jedesmal eine größere Entwickelung angenommen und an Hoffnung des Gelingens gewonnen, und zwar ſowohl durch die Fortſchritte in der Kunſt und durch die Amelierationen des Baſſins des Rhijnlandes als durch den Verlauf der Verhältniſſe. Da trat endlich ein unerwartetes Ereigniß ein, welches die Entſcheidung der Frage herbeiführen ſollte.

Das entſcheidende Ereigniß. — 80. Einige Zeit nach den Vorſchlägen des Inſpectors Mentz im Jahre 1829 waren die Unruhen in Belgien ausgebrochen; man ſchien in eine Epoche getreten zu ſein, welche der Ausführung großer Unternehmungen keine günſtigen Ausſichten bot, als die wiederholten Stürme des Herbſtes 1836 die Aufmerkſamkeit auf das große Werk der Entwäſſerung wieder hinlenkten. Am 9. November trieb ein raſender Weſtwind die Gewäſſer des Sees gegen Amſterdam und drängte ſie durch die Polder hindurch und über Straßen und Deiche hinweg bis unter die Mauern der Hauptſtadt. Am Weihnachtstage desſelben Jahres trieb ein aus Oſten wehender Sturm die Wogen mit unwiderſtehlicher Gewalt gegen die Stadt Leyden, ſo daß ein Theil derſelben unter Waſſer geſetzt wurde; die Chauſſée bei Oegſtgeeſt war 48 Stunden überſchwemmt. Die Wogen durchbrachen die Deiche oder ſtürzten ſich wie Waſſerfälle in die tiefen Polder. Im November ſtieg das Waſſer bei Amſterdam bis $0^m77$ + O. A. und 4000 Hectaren Polder wurden unter Waſſer geſetzt; im December war der Waſſerſtand kein geringerer und die Inundation erſtreckte ſich über 7500 Hectaren Polder, von denen einige ſehr tief waren. Man brauchte mehr als ein Jahr Zeit dazu, um die überſchwemmten Ländereien trocken zu legen, und überall waren Reparaturen mit außerordentlichen Koſten vorzunehmen.

Die Deputirten der beiden Provinzen Hollands beſchloſſen, die Aufmerkſamkeit des Königs von neuem auf dieſe Angelegenheit zu lenken; in einer Sitzung der Ackerbaucommiſſion Nordhollands wurde entſchieden, der höhern Behörde vorzuſtellen, welchen Schaden die letzten Stürme von neuem angerichtet, und mehrere Privatperſonen wandten ſich deßhalb unmittelbar an den König, der am 7. November eine Specialcommiſſion mit dem Auftrage ernannte, die verſchiedenen vorhandenen Entwäſſerungsprojecte zu prüfen und einen definitiven Plan mit Angabe des Koſtenaufwandes auszuarbeiten.

Der Plan der Commiſſion des Jahres 1837. — 81. Dieſe Commiſſion, deren Mitglieder von Thätigkeit und Intelligenz beſeelt waren, hatte ihren Auf-

Digitized by Google

trag bald erfüllt. In ihrem Bericht verkennt sie keineswegs die Uebelstände, zu deren Befürchtung das Unternehmen Veranlassung gegeben; aber seit der Aufhöhung des Schlafdeiches von Sparendam, seit dem Bestehen des Abzugskanals bei Katwijk und seit der Anwendung der Dampfkraft, darf man den Glauben hegen, daß alle Hindernisse zu überwinden sind. Die Besorgnisse des Rhijnlandes müssen vor allem in Berücksichtigung gezogen werden, und wenn man denselben nicht gerecht werden könnte, so müsse man von dem ganzen Unternehmen abstehen.

„1. Das Wasser des Sees muß nach dem Bassin des Rhijnlandes geführt werden, weil sonst mitten in diesem Wasserbaubezirk ein unabhängiger Polder entstehen würde, was zu vielen Schwierigkeiten führen könnte, so lange der neue Polder, der sein Wasser in das Bassin ergießt, natürlicher Weise derselben Regel unterworfen wäre als die anderen; auf diese Weise würde er außerdem den Vortheil haben, sein Wasser in ein viel niedrigeres Wasser abzuleiten als das Außenwasser ist, und folglich die größere Kraft ersparen, welche im Fall der Ableitung nach letzterem erforderlich wäre."

„2. Das Spieringmeer sollte in die Entwässerung nicht mit einbezogen werden. Dieser nördliche Theil des Sees sollte als Bassin bestehen bleiben, um wenigstens einen Theil der Vortheile der Ableitung bei Halfwege zu conserviren, welche durch die leichte Annäherung der Gewässer und die günstige Wirkung der Winde auf ihr Niveau entstehen; das Wasser würde nicht anders zu den Schleusen gelangen als durch den Abzugskanal, und die im §. 34 angedeuteten Uebelstände würden sich bemerkbar machen."

Nachdem diese beiden Principien aufgestellt worden, beschäftigte sich die Commission damit, für das verminderte Bassin des Rhijnlandes den Mangel jenes lebendigen und wirksamen Abflusses durch die Schleusen am Y auszugleichen, welcher durch die Neigung der Oberfläche des von günstigen Winden getriebenen Wassers daselbst erzeugt wird.

Zu diesem Zweck könnte man „zuvörderst eine vierte Schleuse bei Halfwege erbauen. Dann müßte man den Abzugskanal gegen Katwijk breiter machen und rectificiren, so wie seine Schleusen vergrößern. Ein drittes Mittel wäre die Vertiefung des Spaarnebettes, um den Zufluß des Wassers zu den Schleusen von Sparendam zu erleichtern. Eine Amelioration des Abflusses von dem Bassin durch die Schleusen an der Yssel sei wegen der zu großen Höhe dieses Flusses unmöglich."

„Für den Fall, daß die Erfahrung die Unzulänglichkeit dieser vereinigten Maßregeln bewiese, könnte man dann eine Dampfmaschine von 180 Pferdekräften aufstellen, welche im Stande wäre das Ueberwasser des Bassins nach dem Außenwasser abzuleiten. Sie müßte vorzugsweise bei Sparendam ihren Platz finden, da der Abfluß des Bassins von dieser Seite am meisten zu leiden hätte und die Versandungen des Spaarne durch die Strömung des Wassers, das von einer so mächtigen Maschine angezogen wird, verbessert werden können. In diesem Falle würde eine fünfte Schleuse erforderlich sein."

„Alle diese Mittel in Verbindung mit einem Abzugskanal rings um den See, der eine gehörige Breite hat und mit allen Schleusen in freier Verbindung steht, würde dem Rhijnlande alle nothwendigen Bürgschaften für den Abfluß seines Bassins gewähren, was die wesentliche Bedingung jeder Entwässerung des Sees ist."

„Eine Befürchtung ganz anderer Art wäre die, daß das verminderte Bassin in trockenen Jahreszeiten kein hinlänglich großes Bassin für die Speisung der Polder sein würde; doch ließe sich dieser Uebelstand abhelfen, wenn man an der Yssel Abläße anlegte, durch welche nöthigenfalls das Wasser dieses Flusses in das Bassin eingelassen werden könnte."

„Der breite Abzugskanal um den See wird auch für die Schifffahrt bestimmt. Leinpfade und andere Verbesserungen sollen die Uebelstände des Umweges für die vielen Fahrzeuge ausgleichen, welche über den See zu fahren gewöhnt wären."

„Mit Ausnahme des Spieringmeeres soll der ganze See, folglich auch das Kagermeer in den Entwässerungsplan mit eingeschlossen werden."

„Der Abzugskanal folgt den Ufern des Sees, doch werden einige in den See vortretende Ländereien durchschnitten werden, um dem Kanal nicht zu viele Krümmungen zu geben. Seine Länge wird 9 Lieues (49000$^{m}$0) betragen, mit Ausnahme jener Stellen, wo er durch schon bestehendes Wasser geht, wie längs des Spieringmeeres. Seine Breite wird mit 40$^{m}$0 westlich, sonst mit 35$^{m}$0 bei einer Tiefe von 3$^{m}$ — O. A. angenommen."

„Alle Kanäle oder Flüsse, welche in den See münden, müssen mit dem Abzugskanal in freier Verbindung bleiben, um die innere Schifffahrt nicht zu behindern und um das Ueberwasser, das von den Poldern von allen Seiten des Bassins abgeleitet wird, zu den Schleusen zu befördern."



Digitized by Google

„Ein Umfangsdeich wäre längs dem innern Ufer des Kanals aus dem Abtrag des letztern zu errichten."

„Die Dämme durch die anstoßenden Kanäle und längs des Spieringmeeres, welche zur Vervollständigung des Deiches nothwendig sind, werden eine Länge von 5300m 0 haben."

„Es wird der Deich zuerst auf 2m 0 + O. A. errichtet, nicht weil diese Höhe nothwendig ist, sondern weil die Last des Ueberschusses den Deichkörper und den unter ihn liegenden Boden zusammendrückt, um daraus eine compacte und für das Wasser undurchdringliche Masse zu bilden."

„Der Dampf wird nicht als einzige Triebkraft angewendet, er soll nur diejenige des Windes unterstützen."

„Man wird 37 Gänge Windmühlen errichten, nämlich 32 Gänge à 2 Etagen mit Archimedischen Schnecken, und 5 Gänge à 3 Etagen mit Schaufelrädern auf schiefen Flächen, zusammen 79 Mühlen."

„Außerdem wird man nächst den drei großen Abflußpunkten des Bassins drei Dampfmaschinen mit Archimedischen Schrauben, jede von 40 Pferdekräften, anlegen."

Nachdem die Commissien noch über einige Details in Betreff der Zwischenbassins, Wege und anderer Communicationsmittel verhandelt, verzeichnete sie auf einer Karte den Vertheilungs- oder Verlosungsplan des Bodens nach der Austrocknung.

Das Gesetz vom Jahre 1839. — 82. Im April 1838 hatte der König den Generalstaaten einen Gesetzentwurf über die Ausgaben für verschiedene öffentliche Nützlichkeitsbauten übergeben, wozu auch die Entwässerung des Harlemmermeeres gehörte. Mehrere Redner sprachen sich für die Entwässerung aus, und im März 1839 wurde die Ausführung beschlossen, indem man der Regierung dazu einen Credit von 8 Millionen Gulden bewilligte.

Die Commission zur Entwässerung. — 83. In Folge königlichen Beschlusses wurde eine Specialcommission zur Ausführung des Unternehmens ernannt, unter deren unmittelbare Leitung und Aufsicht alle Arbeiten gestellt wurden. Sie bestand unter der Präsidentschaft des Staatsraths van de Poll aus 11 Mitgliedern, die im Jahre 1840 um zwei wissenschaftliche Mitglieder vermehrt wurden, denen man später noch zwei höhere Officiere vom Militairgenie beigab. Als der Präsident van de Poll zum Gouverneur der Provinz Utrecht war ernannt worden, wurde dem Verfasser dieses Berichtes, dem Staatsrathe und Mitgliede der Generalstaaten, Herrn Gevers d'Endegeest, die Präsidentschaft übertragen.

Die im Juni 1838 eingesetzte Commission begann ihre Arbeiten sofort; sie ernannte Untercommissionen für verschiedene specielle Theile, und es wurde die Einrichtung getroffen, alle Monat eine Versammlung der Mitglieder in vollständiger Anzahl stattfinden zu lassen. Zwei erfahrene Ingenieure wurden der Commission beigegeben.

Der definitive Entwurf. — 84. Das Gesetz vom Jahre 1839 war noch nicht adoptirt worden, als schon zwei Veränderungen des letzten Projectes stattfanden. Nach den Bemerkungen der Generalstaaten hatte die Regierung erklärt: daß 1. das Spieringmeer in die Entwässerung mit einbezogen werde, und 2. daß folglich die Aufstellung der Maschine von Sparendam nicht von dem künftigen Bedürfniß abhänge (81), sondern beim Beginn der Arbeiten stattfinden müsse.

Zu diesen gesellte sich noch eine dritte und beträchtliche Veränderung: König Wilhelm II. verordnete kurz nach seiner Thronbesteigung, daß die Dampfkraft allein während und nach der Entwässerung angewendet werden solle, wovon später die Rede sein wird (105).

Ein vierter Punkt, von dem noch niemals die Rede gewesen, auf den aber der König mit Recht sein Augenmerk richtete, war der, daß das Inundationssystem für die Vertheidigung von Amsterdam durch die Austrocknung nicht beeinträchtigt werde. Wir werden später wieder auf diesen Punkt zurückkommen (298).

Gleichzeitig hatten neue Untersuchungen und Messungen dahin geführt schließlich mehrere Principien festzustellen. Als letztes Ergebniß beruht das Schlußproject auf folgenden Grundsätzen:

a) Der ganze See wird entwässert, mit Einschluß des Spieringmeeres und des Kagermeeres, zusammen mit einem Flächeninhalt von 18100 Hectaren (3 österr. Quadratmeilen und 1450 Joch) bei einer durchschnittlichen Tiefe von 4m 0, so daß also 724 Millionen Kubikmeter Wasser auszuschöpfen sind.

b) Der See muß mittels eines starken Umfangsdeiches ohne Schleusen umschlossen werden, der eine Länge von 59600m 0 erhält, wovou 2780m 0 als Steindämme herzustellen sind.

c) Rings um den See ist längs des Deiches ein breiter Umfangskanal auszugraben, der mit allen Kanälen in Verbindung steht, die zur Ableitung des Wassers gegen die Schleusen dienen und die Schifffahrt auf dem See ersetzen. Rings um diesen Kanal, überall wo er Polder schneidet, sind Deiche anzulegen, um sie zu trennen; längs diesen

Digitized by Google

Deichen sind Grenzgräben zu ziehen, um sie von den anstoßenden Terrains abzusondern; über den Umfangskanal sind Brücken und daran anstoßende Straßen zu erbauen für die Alleen des künftigen Polders.

d) Das Wasser des Sees ist nach dem Bassin des Rhijnlandes und nicht direct nach dem Außenwasser abzuleiten.

e) Es ist für den Abfluß des um diese ganze Masse vermehrten und in Folge der Austrocknung dennoch verminderten Bassins zu sorgen: 1. indem man den Ableitungskanal bei Katwijk verbessert, 2. das Bett des Spaarne vertieft, 3. bei Sparendam eine Dampfmaschine von mindestens 180 Pferdekraft erbaut, um das Bassin nach außen abzuleiten, 4. bei Halfwege noch eine Ablaßschleuse erbaut, wenn solche später für nothwendig erachtet werden sollte.

f) Es muß für die Bewässerung dieses verminderten Bassins in trockener Jahreszeit gesorgt werden.

g) Als Ersatz für die Umwege, welche die Schifffahrt nach der Entwässerung zu machen hat, müssen Mittel angewendet werden, um sie zu erleichtern.

h) Es ist dasjenige, was das System der Vertheidigung der Hauptstadt durch Ueberschwemmung zu verlieren scheint, ebenfalls zu ersetzen.

i) Statt der Kraft des Windes ist sowohl während als nach der Austrocknung die Dampfkraft anzuwenden und an drei Punkten zu vertheilen: am Kaag, am Spaarne und am Lütkemeer.

k) Das erforderliche Terrain ist zu expropriiren und es ist mit den Grundeigenthümern über die Entschädigungen zu verhandeln.

l) Die Beaufsichtigung der Werke und die Unterhaltung der vollendeten Theile dürfen mit dem Unternehmen selbst nicht verbunden sein.

m) Die Eintheilung des entwässerten Bodens und die Anlage der Kanäle, Wege und Brücken innerhalb des künftigen Polders machen den Schluß der Austrocknung.

n) Für die Ausführung des Unternehmens werden 8 Millionen Gulden bestimmt.

Nach diesen, in großen Umrissen angegebenen Grundsätzen sollte endlich im Sommer 1839 diese große Entwässerung begonnen werden, zu welcher Leegwhater schon vor zwei Jahrhunderten einen ersten Entwurf geliefert hatte.

Die günstige Epoche. — 85. Die Ausführung des Unternehmens, um das es sich handelt, schien der günstigen Zeit vorbehalten gewesen zu sein; ein Zusammentreffen verschiedener Umstände hatte diesen günstigen Moment herbeigeführt. Früher gingen die hohen Fluthen des Y über den Schlafdeich von Sparendam (46), doch hatte das Rhijnland diesen Deich im Jahre 1806 erhöht, wodurch das bedeutende Uebertreten des Wassers für immer verhindert wurde, das für das große Bassin lästig, für das verminderte Bassin erdrückend war. Ehemals verlief sich der Rhein bei Katwijk beinahe im Sande; das Rhijnland aber hatte auf eine kühne Weise die alte Mündung dieses Flusses im Jahre 1807 von neuem geöffnet und damit eine nachdrückliche Ableitung gegen die Nordsee hergestellt, die schon für das große Bassin sehr nützlich, für das verminderte Bassin aber unumgänglich erforderlich war (53). Ehemals verwendete man zur Aufförderung des Wassers einzig und allein die Kraft des Windes, der aber in den letzten Jahren die Dampfkraft beigesellt wurde, anfänglich als Mithülfe, später als Ergänzung (308 u. f. f.), und als endlich die Wissenschaft weitere Fortschritte gemacht, wagte man es den Dampf allein als zuverlässigere und wohlfeilere Kraft in Anwendung zu bringen, denn je größer ein Unternehmen ist, um so hervortretender werden diese beiden Eigenschaften.

86. Die frühere Regierungsform der Niederlande war oft ein Hinderniß für die Ausführung großer Unternehmungen; indessen war die föderative Republik der constitutionellen Monarchie gewichen, und der erste constitutionelle König war seit einer Reihe von Jahren der alte Monarch, dessen Regierung durch die großen von ihr ausgeführten Werke stets denkwürdig sein wird, denn Wilhelm I. war der Gründer des nordholländischen Kanals, des Kanals Bois-le-duc zu Mastricht, des Kanals von Boorne, der Entwässerung des Zuidplas, und er sollte auch der Gründer der Entwässerung des Harlemmermeeres werden. In einer Zeit, wo sich Europa auf einem Vulcan zu bewegen schien, wo sich Belgien von Holland trennte und acht Jahre eines beschwerlichen Krieges das kleine holländische Reich bis in seine Grundfesten zu erschüttern drohte, schreckte der König vor dem großen Werke der Entwässerung des Harlemmermeeres nicht zurück; die Nation schenkte dem Unternehmen ihren Beifall und durch das Gesetz vom Jahre 1839 wurde die Austrocknung entschieden. Der Sohn aber wollte vollenden, was der Vater begonnen. Wilhelm II. förderte die Arbeiten mit Thätigkeit und schmückte dadurch seine königliche Krone mit einer neuen Perle.

Die Expropriation. — 87. Die Commission beschäftigte sich nun zuvörderst mit der Angelegenheit der Expropriation, die sie auf die möglichst freundschaftliche

Digitized by Google

Weiſe abzumachen ſuchte. Sie hatte es mit 512 verſchiedenen Eigenthümern zu thun und ſchloß mit ihnen Contracte ab.

Mit Ausnahme von gewiſſen Ländereien für den Kanal von Katwijk hatten die anzukaufenden Grundſtücke im Allgemeinen keinen ſehr großen Werth; an Gebäuden gab es nur einzulöſen 25 Wohnhäuſer zu Aalsmer, einige zu Sparendam und zwei Meiereien am neuen Kanal von Katwijk, welche alle abgeriſſen werden mußten.

Der ganze Flächeninhalt des expropriirten Terrains betrug nach Abzug deſſen, was wieder verkauft wurde, 348 Hectaren, und die Koſten dafür beliefen ſich auf 684513 fl.

Der Kanal von Katwijk (84, e). — 88. Die Arbeiten zur Verbeſſerung des Baſſins des Rhijnlandes erſchienen der Commiſſion als die dringendſten; in erſte Reihe gehörte der Ableitungskanal gegen Katwijk. Das Waſſer gelangte dahin nur nach einem großen Umwege durch Leyden in den Rhein, oder längs des Dorfes Oegſtgeeſt durch einen ſich ſchlängelnden und zu kleinen, folglich reſultatloſen Kanal.

Von dem Zuſammenſtoß dieſer beiden Gewäſſer ging der im Jahre 1806 gegrabene Ableitungskanal (53) bis zum Meere; er war nur $28^{m}0$ breit und die Dimenſionen ſeiner Brücken und ſeiner innern Schleuſe entſprachen dieſem Maße. Man beſchloß die Verbreiterung des beſtehenden Kanals auf $52^{m}0$ und die Errichtung eines neuen Kanals von $40^{m}0$ von dem von 1806 an bis zum Leede, dem bedeutendſten ſüdlichen Ausfluß des Sees.

Dieſe Linie war im Jahre 1837 von dem Rhijnland angerathen worden; man konnte keine beſſere Linie wählen, auch erleichterte ſie an dem Verbindungspunkt mit dem Leede den Zufluß der Gewäſſer an der Seite von Leyden und von Harlem durch den Schifffahrtskanal zwiſchen dieſen beiden Städten (Blatt 746).

89. Hierdurch entſtand die Nothwendigkeit über dieſem neuen Theil drei neue Brücken zu erbauen und die beiden ſteinernen Brücken über den alten Theil um das Doppelte zu erweitern. Die innere durch ihre Feſtigkeit und ihre ſchöne Conſtruction berühmte Schleuſe mußte vergrößert werden. Für die verſchiedenen Verbreiterungen mußten zum Theil die dem Rhijnlande angehörigen Werke angegriffen und abgetragen werden, doch hatte man das Glück ſich in dieſer Beziehung gehörig zu verſtändigen.

90. Der neue Theil des Kanals war die erſte Baulichkeit, welche von der Commiſſion in Entrepriſe gegeben wurde. Er iſt in dem anliegenden Verzeichniſſe der ſämmtlichen baulichen Anlagen der Unternehmung unter Nr. I angeführt. Bald darauf erfolgte die Adjudication für die Bauobjecte Nr. VII*) die großen Brücken über dieſen Kanal. Ein Theil der Verbreiterung des alten Kanals (X des gedachten Verzeichniſſes) erfolgte gegen Ende desſelben Jahres 1840. Die Verbreiterung der ſteinernen Brücken über dieſen alten Kanal geſchah im Jahre 1841 (XIII); mittels doppelter Fangdämme durch den Kanal mußten die Sturzbetten trocken gelegt werden, welche Arbeit durch die außerordentlichen Regengüſſe des Jahres 1841 noch ſchwieriger gemacht wurde.

91. Vom Beginne des Jahres 1842 an wurde der andere Theil des alten Kanals breiter gemacht (XXI), und im April 1843 endlich begann man das letzte, jedoch wichtigſte Werk des Kanals von Katwijk, nämlich die Vergrößerung der innern Schleuſe; ſie hatte nur drei Oeffnungen und es mußten deren noch zwei hinzugefügt werden (XXX). Die äußere unmittelbar an das Meer grenzende Schleuſe hatte von Anfang an 5 Oeffnungen, obſchon von geringerer Räumlichkeit; man fand es nicht für nothwendig ihr eine größere Breite zu geben.

Der Grundſtein zu dieſem neuen Werke wurde am 22. Juli feierlich gelegt; es war derſelbe Tag, wo 38 Jahre früher die erſte Gründung der Schleuſe ſtattfand. Bedauernswürdig war die vollkommene Conſtruction dieſer Schleuſe; Ziegeln und Cement waren derart miteinander verbunden, daß das Ganze ein Felſen von ſo großer Härte zu ſein ſchien, daß man nur mit großer Mühe diejenigen Theile ablöſen konnte, welche weggenommen werden mußten, um neue Theile mit dem Mauerwerk in Verbindung zu bringen. Dieſe Arbeit ſollte im Jahre 1843 beendet werden.

Das Rhijnland kann ſich ob dieſer Verbeſſerungen des Kanals von Katwijk nur Glück wünſchen, denn wenn gegen alles Erwarten irgend ein unvorhergeſehener Umſtand die Austrocknung verzögern ſollte, ſo würde jene Verwaltung doch eines ſeiner kräftigſten Ausflußmittel, eine längſt gewünſchte Verbeſſerung, gewonnen haben.

Der Spaarne (84 e). — 92. Die Verbeſſerungen des Spaarne beſtanden zum Theil in der Vertiefung des Bettes dieſes alten Fluſſes, da wo Verlandungen ſtattgefunden, zum Theil aber in der Herſtellung eines beſchotterten Leinpfades an ſeinem Ufer im Jahre 1840 (VI).

*) Auf der Karte in Fig. 1 Blatt 746 ſind dieſe Bauobjecte ebenfalls mit römiſchen Ziffern bezeichnet.

Digitized by Google

Für die Gräben und kleinen Kanäle, welche an den Spaarne anstoßen, brauchte man 17 Brücken.

Die Versandungen wurden in den Jahren 1841 und 1842 (XVII) beseitigt, und zwar nicht bloß diejenigen, welche den Fluß nach seiner ganzen Breite verlegten, sondern auch die, welche die Schiffe verhindert hätten sich den Leinpfaden gehörig zu nähern.

Die Dampfmaschine zu Sparendam (84 e). — 93. Die Aufstellung dieser Maschine, welche denselben Zweck hat als die Amelierationen des Kanals von Katwijk, beschäftigte die Commission von Anfang an.

Zuerst war man der Meinung, sie näher von den großen Schleusen aufzustellen als es geschehen ist, und in dem Deiche einen Einschnitt zum Abfluß des Wassers anzubringen, wenn die Maschine nicht arbeitet. In dem Vertheidigungssystem von Amsterdam aber (103) erschien der jetzige Platz nützlicher; die Maschine liegt entfernter von dem Deicheinschnitt, wo eine neue Schleuse errichtet wurde (vergl. Fig. 3 Blatt 746).

Diese Entfernung machte die Anlage eines Kanals durch einen Polder zwischen der Maschine und seiner Schleuse nothwendig. Man benutzte diesen Umstand, um für sehr geringe Kosten ein kleines Becken herzustellen, das man in der That ein oberes Becken nennen könnte, das wir aber nur „Probebecken" nennen, denn zu klein, um mit einiger Wirksamkeit den Nutzen eines obern Beckens zu gewähren (§. 26), genügt es dagegen für die Experimente, welche zu unternehmen sind, um das genaue Product der Dampfmaschine kennen zu lernen.

Die Verwaltung des Rhijnlandes, welche über diesen mit ihrem Abflußsystem so eng verbundenen Gegenstand consultirt wurde, machte Bemerkungen. Sie legte keine Wichtigkeit darauf, daß die neue mit der Dampfmaschine im Zusammenhang stehende Schleuse auch zum natürlichen Abfluß des Beckens verwendet werden könnte, weil von nun an der Spaarne kaum fähig ist, zu den alten Schleusen von Sparendam alles Wasser zu führen, was diese durchlassen können.

Man legte aber besonderen Nachdruck auf eine größere Tiefe der Schleuse als die von der Commission projectirte; man wollte eine solche von 3m0, was auch nebst anderen Punkten bewilligt wurde. Nur der Anforderung, statt einer Dampfmaschine deren zwei anzulegen, konnte die Commission nicht Genüge leisten; sie hatte diese Frage schon erörtert und das Resultat war folgendes: „Die Idee, daß es zweckmäßig sein möchte zwei Maschinen zu errichten, müßte von der Besorgniß hervorgerufen sein, daß der durch den Dampf erzeugte künstliche Abfluß nicht ganz aufhöre, sobald eine einzige Maschine eine Störung erlitte; wenn man aber, um eine solche Besorgniß nicht hegen zu dürfen, zwei Maschinen unter ein und demselben Dache errichtete, so entstände dadurch nicht bloß eine Mehrausgabe von 30000 fl., sondern es wäre diese Ausgabe auch unnütz, denn, wenn man von außerordentlichen Zufällen absieht, die guten Dampfmaschinen sind nicht dem Uebelstande unterworfen, daß sie plötzlich aufhören zu arbeiten, sonst müßten in gewissen Fabriken oft die beträchtlichsten Verluste entstehen. Hatte aber diese Besorgniß wohl jemals auf die Idee geführt, sich gegen eine solche Unterbrechung durch vorherigen Aufbau von zwei Maschinen zu sichern? Es gab deren, welche neun Jahre hintereinander thätig waren, ohne eine andere Unterbrechung zu erleiden, als zwei oder drei Stunden wöchentlich, die man zum Reinigen der Kessel verwendete. Bei außerordentlichen Unfällen, z. B. bei einem Feuer oder einer Explosion, würden aber die beiden unter einem Dache befindlichen Maschinen in gleichem Maße leiden; man könnte freilich zwei gehörig voneinander entfernte Maschinen errichten, doch würden in diesem Falle die Mehrkosten anfänglich 150000 Gulden, nach der Austrocknung aber 4500 fl. jährlich betragen. Diese Kostenvermehrung würde aber dem Abfluß nur dann einen Vortheil gewähren, wenn man die beiden Maschinen an zwei verschiedenen Abwässerungspunkten, z. B. bei Sparendam und bei Halfwege errichtete, denn nur alsdann wäre die Leitung des Wassers zu jeder von ihnen leichter, und auch für irgend welche Industriezweige könnte man einen Vortheil daraus ziehen, wenn man jemals die Maschinen nach der Austrocknung dazu verwenden wollte, wenn sie nur einen Theil des Jahres hindurch nothwendig wären. Diese Vortheile wären aber nicht überwiegender Art und eine einzige Dampfmaschine von 200 Pferdekraft würde vorzuziehen sein."

Zu diesen Argumenten trat noch der Umstand hinzu, daß man nur auf die Kosten von einer einzigen Maschine gerechnet hatte und daß es, wenn der künftige Zustand des Rhijnlandes eine zweite dringend nothwendig machte, vortheilhaft wäre, die Erfahrungen, die man in Bezug auf die Construction und auf den Abzug des Wassers gemacht haben würde, zu benutzen.

Die Baulichkeiten für die einzige Dampfmaschine wurden im Monat Januar 1843 für die Summe von 104500 fl. in Entreprise gegeben (XXIX).

Im Jahre 1842 hatte die Commission mit den Maschinenfabrikanten zu Amsterdam, Dixon & Comp. hin-

Digitized by Google

sichtlich der Anfertigung und der Aufstellung der Maschine einen Contract abgeschlossen (XXI[a]).

Die letzten Arbeiten, wie der Kanal mit dem Probebecken ꝛc. (XXXV) und die neue Schleuse bei Sparendam (XXXVI), wurden für 107500 Gulden in Entreprise gegeben. Sie vervollständigten an dieser Stelle die Operationen zu Gunsten des künftigen Beckens des Rhijnlandes (Fig. 3 Blatt 746).

Die Dampfmaschine hat einen horizontalen Cylinder von 1m52 Durchmesser und einen Kolbenlauf von 3m04; sie macht 10 Hübe pro Minute; der Durchmesser des Schwungrades ist 8m55. Die Kessel, vier an der Zahl, haben 1m65 Durchmesser und 11m50 Länge und gehören zu der Art, die in Cornwallis in Gebrauch sind. Die Maschine muß mittels Schaufelräder, die zusammen eine Breite von 22m0 haben, das Wasser aus dem Becken heben, so oft es nothwendig ist. Diese Maschine wird manchmal mit allen ihren Rädern zu gleicher Zeit, wenn zwischen dem Binnen- und Außenwasser eine geringe Differenz vorhanden ist, und selbst im Nothfall, wenn das letztere etwas niedriger steht, manchmal aber auch bloß mit einem Theil ihrer Räder arbeiten, wenn das Außenwasser hoch stehen und folglich die Last des aus dem Bassin zu hebenden Wassers zu groß werden sollte. Denn man kann eine gewisse Anzahl von Rädern unthätig lassen und man braucht selbst nur mit zweien zu arbeiten.

Es wäre eine unnütze Arbeit, wenn man im voraus die von dieser Maschine zu hebende Wassermenge bestimmen wollte; die einfache Vergleichung der zehn Räder, welche zusammen eine Fläche von 22m0 bedecken, mit dem einzigen Rade einer großen Windmühle von einem halben Meter Breite würde uns überzeugen, daß dieses Product bedeutend sein würde und daß dies in noch viel höherem Maße stattfände, weil man beinahe ohne Unterbrechung über die ganze Triebkraft verfügen kann, während keine Mühle sechszigmal 24 Stunden hindurch auf die Kraft des Windes rechnen darf. Nach diesen Verhältnissen lassen sich für das Rhijnland die besten Resultate erwarten, obschon man das Maß derselben nicht bestimmen kann.

Die Schleuse mit ihren beiden zusammen 14m0 breiten und 3m0 — O. A. tiefen Oeffnungen ist so berechnet, daß dem ganzen von der Maschine zu hebenden Wasser ein leichter Abfluß verschafft wird; sie wird keine Kammerschleuse sein, kann aber als Stauschleuse dienen.

Der Kanal zwischen der Maschine und der Schleuse ist nur ein Abzugskanal; das kleine Probebassin wird diese Ableitung kaum begünstigen; da man aber seine Räumlichkeit messen und die Zeit, welche nothwendig ist, um es mit einer bestimmten Anzahl von Rädern bei jedem Niveau des Bassins anzufüllen, bestimmen kann, so wird man die Kraft der Maschine genau kennen lernen. Man kann sich daher jeder durchschnittlichen Bestimmung in dieser Beziehung enthalten und die Wissenschaft wird dabei gewinnen.

Die Commission hatte anfänglich die Idee, den ganzen Polder, von dem dieses Probebecken einen Theil ausmacht, in einem obern Becken von 55 Hectaren mit einzuschließen, was die Versuche in größerm Maßstabe begünstigt haben würde; die bedeutenden Kosten aber und andere Rücksichten verhinderten die Ausführung dieser Idee, welche demungeachtet später verwirklicht werden kann.

Was die Ueberschwemmung behufs der Vertheidigung der Hauptstadt betrifft, so kann die Dampfmaschine dazu gebraucht werden, einen gewissen für die natürliche Ueberschwemmung zu hoch gelegenen Theil unter Wasser zu setzen. Sie füllt also im vorkommenden Falle eine gefährliche Lücke dieses Systems aus.

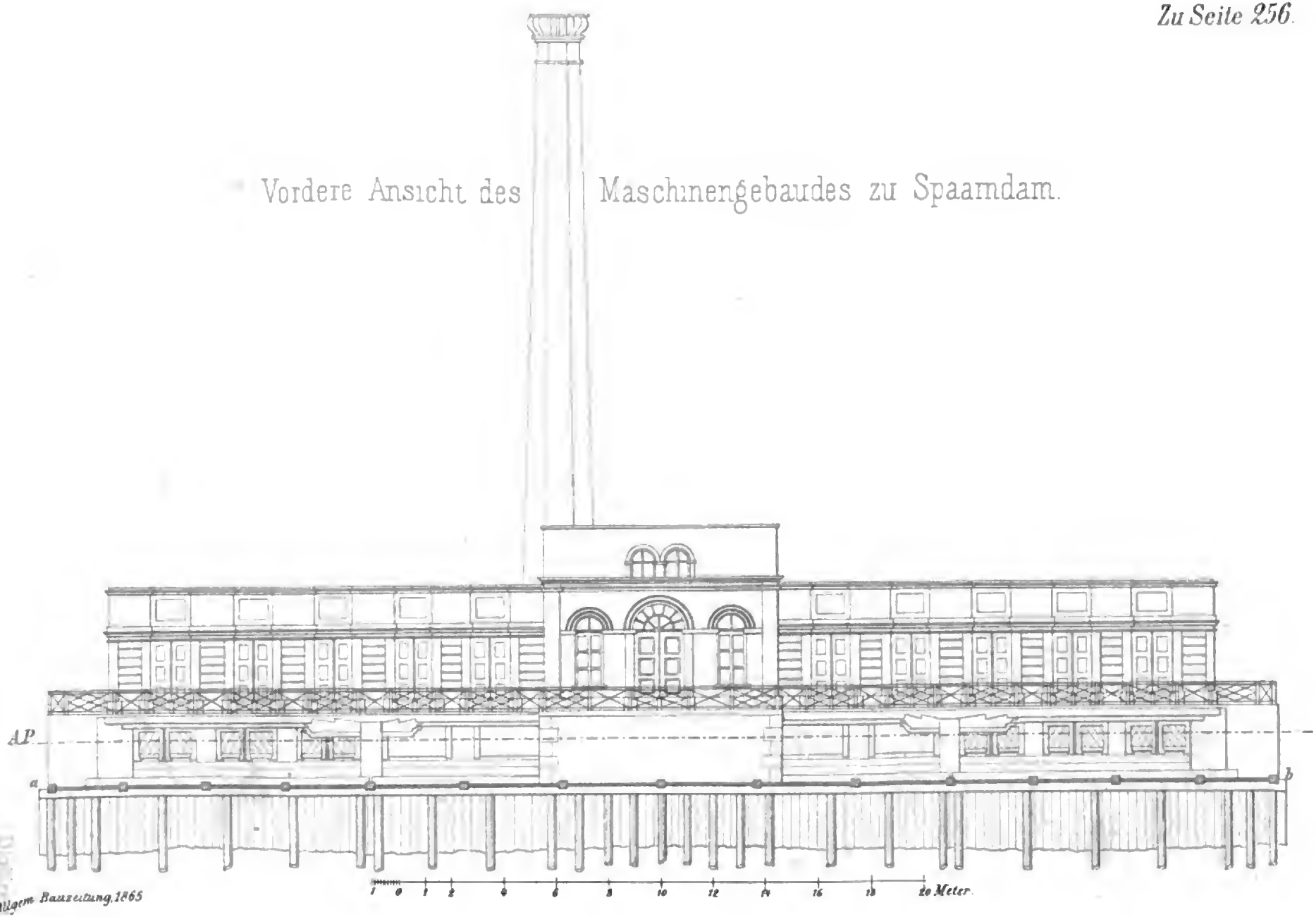
Der Umfangskanal und der Umfangsdeich (84 b und c). — 94. Während der Ausführung der Arbeiten zur Amelioration des Bassins wurden auch die für den Kanal und den Deich um den See erforderlichen unternommen. Das Erdreich aus dem Kanal sollte zur Aufführung des Dammes verwendet werden. Den ganzen See in diesen Deich einzuschließen, darin bestand das Princip der Auswässerung, und die Klugheit erforderte es, damit so schnell als möglich vorzuschreiten, damit sich die Erdarbeiten gehörig setzen können und damit man zur rechten Zeit und durch die Erfahrung kennen lerne, ob die Beschaffenheit des Terrains von der Art ist, daß eine besondere Maßregel erforderlich wird.

95. Der Kanal und der Deich sollen im Allgemeinen den Ufern des Sees folgen. Um aber zu viele Krümmungen zu vermeiden, mußte man manchmal in die Ländereien einschneiden, so daß innerhalb des Deiches vorgerückte Spitzen von Poldern oder natürlichem Terrain eingeschlossen sind. Aus Blatt 746 ist die allgemeine Richtung dieser Anlage ersichtlich; auch bemerkt man auf demselben Blatte zwei Querschnitte davon und von den Poldern und den Grenzgräben, welche durchschnitten werden müssen.

Der Kanal hat nicht immer dieselbe Breite; die größte ist 45m0 im nördlichen Theil zur bessern Leitung des Wassers nach den Schleusen von Halfwege. Von dort über Westen nach Süden hat er 40m0 und östlich 38m0. Längs

Digitized by Google

Vordere Ansicht des Maschinengebaudes zu Spaarndam.




Allgem. Bauzeitung. 1865

Digitized by Google

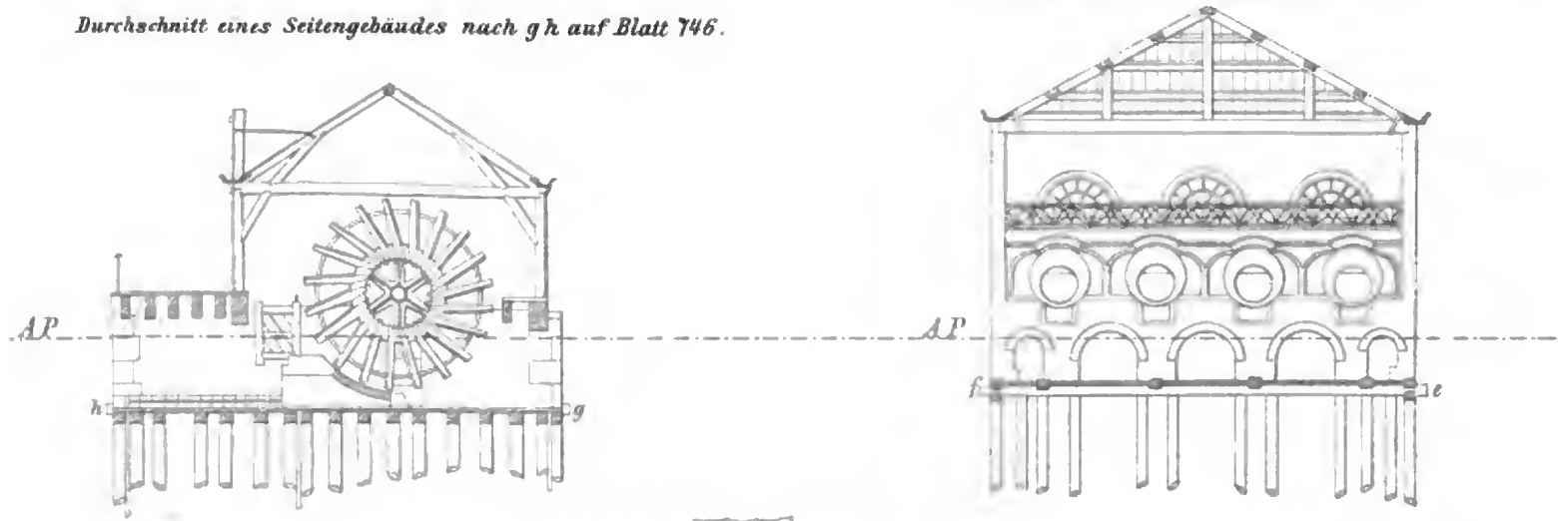
Digitized by Google

# Das Maschinengebäude zu Spaarndam.

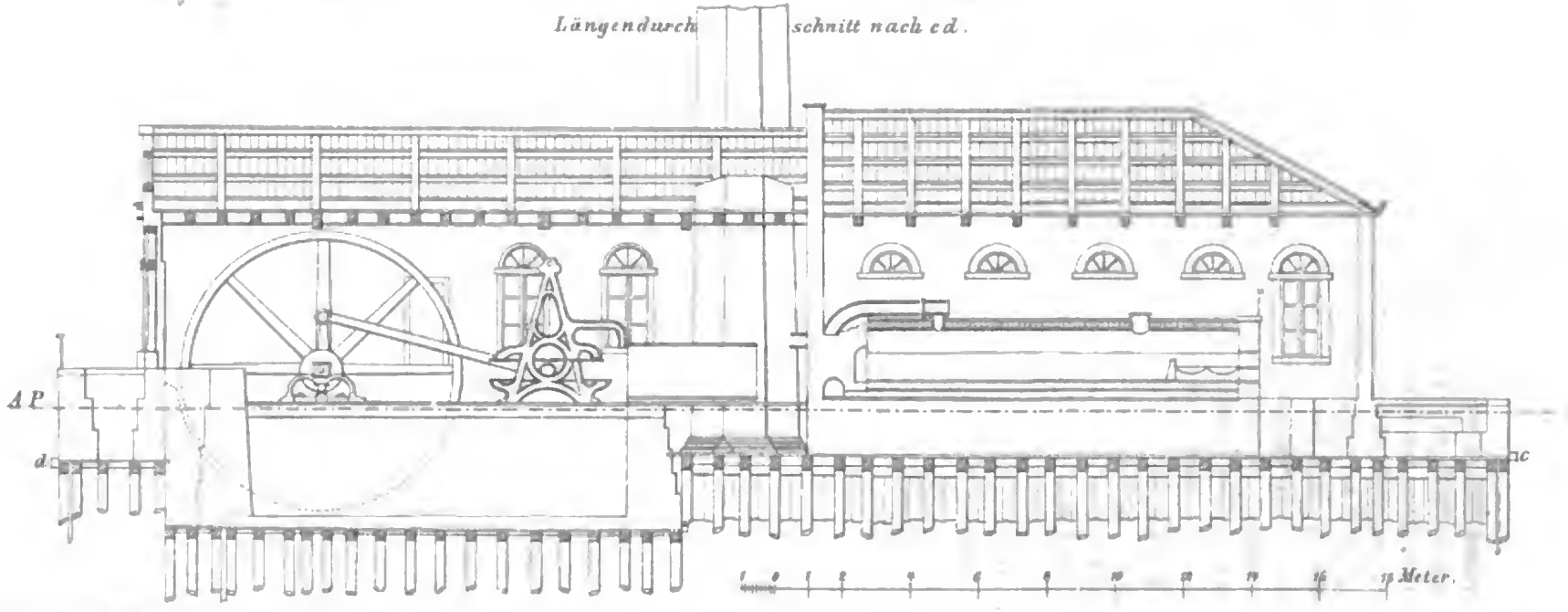
*Zu Seite 256.*

*Durchschnitt des Kesselhauses nach ef.*

*Durchschnitt eines Seitengebäudes nach gh auf Blatt 746.*




*Längendurchschnitt nach cd.*




*Allgem. Bauzeitung 1865*

Digitized by Google

des Kanals am Fuße des Deiches wird eine Ebene von mindeſtens 6m0 Breite für die künftige Anlage eines Leinpfades und wenn es erforderlich iſt eine Fahrſtraße hergeſtellt.

Eine andere Ebene von 2m0, 0m80 — O. A., die im Winter mit Waſſer bedeckt ſein wird, dient anfänglich zur Befeſtigung der Kanalufer; iſt aber dieſer Zweck einmal erreicht, ſo kann dieſe Berme beſeitigt werden, wenn es ſich darum handeln ſollte, dem Kanal einen größeren Querſchnitt zu geben. An der Oſtſeite längs der ſchwimmenden Grundſtücke (97) am äußern Rande des Kanals wurde dieſe Maßregel nicht angenommen, da hierzu kein Grund vorhanden war.

Der Deich wird die Höhe von 2m0 + O. A., wie im Durchſchnitt Fig. 3 angegeben, nicht beibehalten, ſondern auf die der gewöhnlichen Entwäſſerungsdeiche, nämlich 0m78 + O. A. reducirt, und zwar ſowohl in Folge des natürlichen Setzens des Erdreichs als auch in Folge eines allgemeinen Nivellements, das nach dem Setzen vorgenommen wird.

96. Im Frühjahre 1840 wurden die Theile nächſt dem Nieuwe-Meer (III) und zwiſchen dem Kaag und den Grenzen Südhollands (IV) in Entrepriſe gegeben.

Am 5. Mai fand bei dem Dorfe Hillegom die feierliche Eröffnung der Entwäſſerungsarbeiten ſelbſt ſtatt, denn die früheren Arbeiten waren nur vorbereitende.

Bald wurden auch die Deicharbeiten öſtlich vom Kaag (V), nördlich am See, durch einen Damm quer durch das Lütkemeer (VI) und von da bis Halfwege (VIII) fortgeſetzt.

Es wurde alſo im Laufe des Jahres 1840 eine Dammlänge von 26648m0 begonnen, die mit 743777 fl. accordirt waren.

Die Ausführung war nur mit geringen Schwierigkeiten verbunden. Das Erdreich beſtand aus dicken torfartigen Erdſchichten, die manchmal mit dünnen Sandſchichten vermiſcht vorkamen. Sie waren feſt und waſſerdicht, ſo daß man oft bis zur Sohle des Kanals im Trocknen arbeiten konnte, ohne ſelbſt vom durchſickernden Waſſer viel beläſtigt zu werden; gleichwohl kommt es in dieſem Lande nur zu häufig vor, daß man den größten Theil des Abtrages unter dem Waſſer herausarbeiten muß, das in zu großen Maſſen herbeiſtrömt, um ſich davon befreien zu können.

Der Dammkörper beſteht im Allgemeinen aus dieſer torfartigen Erde und iſt mit Raſen bedeckt. Im Allgemeinen hat er ſich nur wenig geſenkt, was ein Beweis von dem feſten Boden iſt, worauf er liegt.

97. Dieſes waren die Reſultate des Jahres 1840, wie ſie ſich auch beinahe überall ergaben, mit Ausnahme der Nähe von Harlem, wo der Grund auf 500m0 Länge ſo ſchlammig war, daß man andere Maßregeln ergreifen mußte. Man wußte, daß derſelbe Fall im Oſten des Sees bei dem Dorfe Aalsmeer vorkommen würde. Die Erdzunge zwiſchen dem Harlemmer Meer und den Torfſeen (Blatt 746) iſt kein Erdreich im wahren Sinne des Wortes, ſondern eine dünne ſchwimmende aus Rohr, Seeroſen und vielen andern Waſſerpflanzen beſtehende Schicht, deren Wurzeln ineinander verſchlungen ſind und deren Oberfläche ſich nach und nach mit einer Kruſte vegetabiliſcher Erde, dem Erzeugniß der Gräſer und Pflanzen, die jeden Herbſt abſtehen und ſich zerſetzen, bedeckt iſt. Unter dieſer ſchwachen Schicht lagert bis zu einer Tiefe von 4m0 ein ſchwarzer Schlamm. Dieſes ſchwimmende Erdreich ſteigt und ſinkt mit dem Waſſerſpiegel des Beckens; es bringt reichlich Rohr und manchmal grobes Heu hervor, Niemand aber betritt es außer dem Schnitter und dem Jäger, die den Boden oft unter ihren Füßen weichen ſehen und daher große Gefahr laufen in dieſer Schlammmaſſe zu verſinken und darin umzukommen.

98. Der Deich und der Kanal ſollten indeſſen durch dieſen Boden geführt werden. Es iſt freilich wahr, daß die Schutzbauten gegen das Meer im vorigen Jahrhundert (63) den Beweis lieferten, daß ein feſter Grund daſelbſt hergeſtellt werden könnte; indeſſen erachtete es die Commiſſion für zweckmäßig, auf eine Länge von 100m0 zwei desfallſige Verſuche an zwei verſchiedenen Orten zu machen, was auch im Jahre 1841 ausgeführt wurde (XIII).

Man durchſtach den ſchwimmenden Boden mit dem Grabſcheit in der Richtung des Kanals und legte eine Schicht davon auf die beweglichen Ufer; bogen ſich dieſe nun unter der Schwere der erſten, ſo wurde eine neue Schicht darüber gelegt, darüber abermals eine und ſo fort bis der feſte Boden erreicht war und alle dieſe Schichten unter dem Schlamm feſte Böſchungen bildeten. Zur Herſtellung des Kanals handelte es ſich nur noch um die Ausgrabung des Schlammes, den man in dünnen Schichten über die feſt gewordenen Ufer ausbreitete und daraus, nachdem er von der Sonne und vom Wind getrocknet worden, den Dammkörper herſtellte, der aus dieſer neugeſchaffenen Erde und aus dem Material der alten Schutzbauten beſtehend bald eine feſte Maſſe bildete, ohne daß die Koſten beträchtlich geworden wären.

99. Außer dieſen Verſuchen fanden im Jahre 1841 mehrere Fortſetzungen von Eindeichungen und der dazu ge-



Digitized by Google

hörigen Anlagen ſtatt: im Norden die Verbreiterung der Grenzgräben (XI), weſtlich der Deich und der Kanal beinahe auf der ganzen Strecke von Halfwege und den Grenzen von Südholland (XV), und öſtlich längs dem Schinkelpolder (XVI). Dieſes letztere Werk war deßhalb ſchwierig, daß längs dem äußern Ufer des Kanals ein ſtarker Entwäſſerungsdamm zu Gunſten der Torfſeen errichtet werden mußte, welche an dieſer Stelle bald zu einem tiefen Polder verwandelt werden ſollten (16).

Man hatte wohl an der Seite des Kanals den Fuß dieſes Deiches durch ein Faſchinenpackwerk (37) geſichert, an der Polderſeite aber konnte man dies nicht anders erreichen als durch ein anderes künſtliches Mittel, denn das von Natur ſchon weiche Erdreich verwandelte ſich, wenn es in die Torfſeen geworfen wurde, in Schlamm und verlor ſich in die Ferne. Man ſtellte daher auf der ganzen Linie und bis zum Waſſerſpiegel einen Sanddamm her, wozu das Material mit großen Koſten von den Dünen an der andern Seite des Sees herbeigeſchafft wurde; der in den Schlamm bis zum feſten Boden niedergelaſſene Sand wurde durch ſeine Schwere zu einer unerſchütterlichen Maſſe. Zwiſchen dieſen beiden Faſchinen- und Sandwänden (Querſchnitt **Blatt 746**) erhielt ſich der Dammkörper ohne Schwierigkeit; indeſſen waren die Nebenſachen ſchwieriger geworden als das Hauptwerk; ſie erhöhten die abgeſchloſſene Summe um beinahe 19000 Gulden, weßhalb der laufende Meter auf 52,58 Gulden, den höchſten aller Preiſe (96) zu ſtehen kam. Die Mittheilung dieſer Einzelnheiten kann als Beiſpiel dienen und den Beweis liefern, wie ähnliche Werke plötzlich durch unvorhergeſehene Hinderniſſe in der Ausführung ſchwierig werden und eine bedeutende Koſtenvermehrung verurſachen.

100. Man errichtete alſo im Jahre 1841 oder begann wenigſtens 13579 Meter Deiche für einen Koſtenaufwand von 380356 Gulden.

Als die beiden Verſuche (98) gelungen waren, ſetzte man im Jahre 1842 die Eindeichung öſtlich vom See fort (XVIII, XIX und XXV). Auch bei dieſem Werke hatte man gegen das durchaus keine Feſtigkeit beſitzende Erdreich zu kämpfen; auch hier mußte man durch eine Pfahlreihe das äußere Ufer des Kanals bezeichnen, der durch eine große Ausdehnung von Torfſeen geht. Die ſchwierig auszuführenden 500$^{m}$0 bei Harlem (97) wurden in derſelben Zeit vollendet (XXVI).

101. In dieſer Epoche beſchäftigte man ſich auch mit der Fortſetzung des Umfangsdeiches durch Anlage von Dämmen, durch mehrere Ausmündungen von Kanälen oder Buchten in dem ſüdlichen Theile (XXIII) und am Nieuwe Meer im nördlichen Theil (XXIV). Dieſer letztere, dem man eine proviſoriſche Oeffnung von 100$^{m}$0 für die Schifffahrt gab, koſtete 126 fl. pro laufenden Meter, alſo weit mehr als im §. 99.

Man verausgabte alſo im Jahre 1843 die Summe von 530341 fl. für 15334 Meter Deiche, mit Einſchluß einiger Vollendungen aus dem vorhergehenden Jahre.

102. Im Jahre 1843 wird man alſo alles das vollendet ſehen, was vor der definitiven Schließung geſchehen kann, mit Ausnahme einiger Parcellen, deren Expropriation noch im Streit iſt, und außer einer Strecke von 300$^{m}$0, wo die Eindeichung einigen Bezug auf das Vertheidigungsſyſtem von Amſterdam hat (XXXII und XXXIII).

Die Koſten für dieſen Gegenſtand werden ſich im Jahre 1843 nur auf 49606 fl. für 421$^{m}$0 erheben, mit Vorbehalt einiger Nebenwerke. Zwei Dämme, der eine bei Halfwege, der andere bei Kaag, bilden den Hauptgegenſtand.

Uebrigens erfordern die Schifffahrt und die Ableitung des Waſſers aus dem See, daß die noch beſtehenden Verbindungen, beſonders die größten, ſo lange als möglich offen bleiben; die hauptſächlichſten ſind die vor den Schleuſen von Halfwege und bei Kaag, ſo wie auch der Spaarne, zuſammen mit andern kleinern eine Länge von 1181 Meter bildend. Mit Ausnahme aller dieſer Communicationen und der noch nicht expropriirten 2037 Meter (102) werden die 59500 Meter Umfang der gänzlichen Eindeichung vollendet ſein; ein Reſultat der vierjährigen Thätigkeit der Commiſſion, das nicht günſtiger ſein kann.

Hätte man in dieſer Epoche mehr thun können? Die Antwort auf dieſe Frage wird in §. 105 ꝛc. beantwortet werden.

Vertheidigungsſyſtem durch Ueberſchwemmung (84). — 103. Im Jahre 1809 hatte General Krayenhof einen Vertheidigungsplan für die Hauptſtadt entworfen, welcher hauptſächlich die Ueberſchwemmung des umliegenden Terrains zur Baſis hatte. Nach dieſem Plane ſollte das Harlemmer Meer die Stadt gegen Südweſten decken. Dieſer Plan erregte zuerſt das Mißvergnügen Napoleons und verſchaffte ihm ſpäter deſſen Gunſt. Im Jahre 1811 ſah man über den Schleuſen von Halfwege jenen großen caſemattirten Thurm ſich erheben, welcher im Jahre 1813 wieder verſchwand. Die Regierung hatte ſpäter andere Schleifungen geſtattet, welche zu dem Vertheidigungsſyſtem von 1809 gehörten, das man aufgegeben zu haben

Digitized by Google

ſchien, wenigſtens war weder in dem Project der Commiſſion des Jahres 1837 noch in dem Geſetz vom Jahre 1839 die Rede davon.

König Wilhelm urtheilte darüber auf eine andere Weiſe. In der That wurde es ſeit der Annahme des Syſtems der „Faits accomplis“ für jede Nation von einer früher nicht gekannten Wichtigkeit, um jeden Preis die Wegnahme der Hauptſtadt zu verhindern, denn dort liegen die Schlüſſel des Staates, und wenn man der Austrocknung des Harlemmer Meeres jemals den Vorwurf hätte machen können, das Vordringen zur Hauptſtadt erleichtert zu haben, ſo wäre dies ein Makel für das große Unternehmen geweſen. Der König ernannte daher zwei Genie-Officiere zu Mitgliedern der Kommiſſion, welche im Monat Auguſt 1841 darüber einen umſtändlichen Bericht erſtattete, worin es unter andern heißt:

„Bei einem Vertheidigungsſyſtem muß jede gehörige Ueberſchwemmung vor allem Waſſer genug liefern, um das Terrain unwegſam zu machen, jedoch wiederum nicht ſo viel, daß dadurch die Schifffahrt über die unter Waſſer geſetzten Ländereien begünſtigt werden könnte. Der See würde dieſe letzte Bedingung nicht erfüllen, wie es auch die Geſchichte gelehrt hat. Der künftige Polder dagegen mit ſeinem tiefen und nach allen Richtungen durchſchnittenen Terrain kann beide Bedingungen erfüllen.“

„Bei dem Syſtem von 1809 war das ganze Rhijnland der Ueberſchwemmung ausgeſetzt, doch hätte man ſie in der Folge im nördlichen und nordweſtlichen Theile mittels zweier zeitweiſen Wehre, die man im Nothfall an zwei gut gewählten Punkten in dem Ableitungskanal hätte anlegen müſſen, beſchränken können. Auf dieſe Weiſe in engere Grenzen zurückgedrängt, könnte die Ueberſchwemmung mittels Stemmthore in den Schleuſen ohne Mühe von ſelbſt bewirkt und unterhalten werden, weit eher als nach dem Syſtem von 1809, wo die Inundation lange Zeit vorher zum größten Nachtheil der Landwirthſchaft und der Schifffahrt hätte vorbereitet werden müſſen. Einige Fortificationen, zwei geſchloſſene Forts mit Reduits könnten die Wehre decken und den Zugang längs des Deiches ſchließen. Auf dieſe Art würde die Austrocknung die Vertheidigung von Amſterdam erleichtern anſtatt derſelben ſchädlich zu ſein. Sie könnte in der That niemals nothwendig werden, da man aber für die Zukunft auf alles Rückſicht nehmen muß, ſo iſt es in der Vernunft begründet, Vertheidigungsmittel als Erſatz für diejenigen herzuſtellen, die durch das Unternehmen verloren gehen.“

Der König, auf die Anſichten dieſes Berichtes eingehend, bewilligte die erforderliche Summe; das Kriegsdepartement wurde mit der Ausführung dieſer Defenſionswerke beauftragt. Dies iſt die Urſache der 300=0 Lücken in dem Deiche zwiſchen Harlem und Halfwege (102), die aber ſchon in Uebereinſtimmung mit der Commiſſion ausgefüllt werden. Die Vertheidigungswerke an dieſer Seite erheben ſich gleichzeitig, und auch auf einem dritten Punkt an der Oſtſeite des Sees, wo der Deich ſchon vollendet war, werden ſie in Angriff genommen.

Nebenarbeiten (84 l, m, n). — 104. Um den gegenwärtigen Ueberblick über den Zuſtand des Unternehmens zu vervollſtändigen, muß noch einiger Nebenwerke gedacht werden, welche zu den Hauptabtheilungen des Endprojects gehören.

Die bereits ausgeführten Werke mußten unterhalten werden. Der Fuß des neuen Umfangsdeiches hatte oft von Stürmen zu leiden; man beeilte ſich die entſtandenen Beſchädigungen theilweiſe zu repariren, doch übergab man dieſe Arbeiten bald an einen Unternehmer für einen gewiſſen jährlichen Betrag (XXII und XXXI). Auch mußte eine Brücke über den großen Ableitungskanal zur Verbindung eines Weges, den er bei dem Dorfe Liſſe durchſchnitten, erbaut werden (XXXVII); an derſelben Stelle mußte ein neues Stück Straße (XII) und eine neue Windmühle (XX) erbaut werden.

Dieſe Nebenarbeiten erforderten einen Koſtenaufwand von 40,280 fl.

Der Dampf (84 i). — Die Antwort auf die am Ende des §. 102 geſtellte Frage läßt ſich dahin beantworten, daß man allerdings mehr hätte leiſten können, wenn die Regierung ſich früher darüber hätte entſcheiden mögen, ob der Dampf die einzige Triebkraft ſein ſollte, und ob es möglich wäre, ſofort die erforderlichen Maſchinen zu beſtellen.

Es war jedoch erſt im Auguſt des Jahres 1840 als nach England eine Commiſſion mit dem Auftrage abreiſte, dort die nöthigen Unterſuchungen zur Entſcheidung dieſer Angelegenheit vorzunehmen.

Der Bericht der Commiſſaire geht von dem, übrigens bei allen Unternehmungen dieſer Art allgemein angenommenen Grundſatze aus, daß die zur Entwäſſerung beſtimmten Maſchinen ihre Thätigkeit auch nach Vollendung der letztern fortſetzen müſſen, um den Polder trocken zu halten; nur wendet man die Maſchinen während der Austrocknung mit der möglich geringſten Unterbrechung an, nach



Digitized by Google

derſelben aber läßt man ſie nur arbeiten, wenn es nothwendig iſt, den ausgetrockneten Polder von dem ſich angeſammelten Waſſer zu befreien. Es handelt ſich alſo darum, die Kraft kennen zu lernen, welche zu dieſer Ausſchöpfung nothwendig iſt und ſich danach zu entſcheiden. Wenn man dieſen Grundſatz vernachläſſigte, wenn man, um die erſte Auswäſſerung zu beſchleunigen, mehr Maſchinen anwenden wollte als man ſpäter gebraucht, um den Polder trocken zu halten, ſo müßte man ſie nach dieſer erſten Auswäſſerung eingehen laſſen und ſie abreißen, wodurch Koſten entſtehen würden, die mit den Vortheilen der gewonnenen Zeit nicht im Verhältniß ſtänden. Von dieſem Grundſatz ausgehend lautet das Reſumé des Berichtes folgendermaßen:

106. „I. Die Waſſermenge, welche der See nach der Eindeichung enthalten wird, beträgt 724 Millionen Kubikmeter*). Zu dieſer Maſſe muß man die Regenmenge und das Sickerwaſſer (3) hinzurechnen, welche während der Entwäſſerung mit 36 und nach der Entwäſſerung mit 54 Millionen Kubikmeter pro Jahr berechnet wird. Da aber nach der Entwäſſerung eine prompte Ausſchöpfung, ſelbſt unter den ungünſtigſten Umſtänden, wenn der Polder plötzlich eine große Waſſermaſſe aufnimmt, ſtets geſichert ſein muß, ſo erfordert es die Klugheit, auf ſolche außerordentliche Fälle Rückſicht zu nehmen. Die größte in einem Monat zu bewältigende Waſſermenge kann daher auf 36,200,000 Kubikmeter geſchätzt werden**)."

107. „II. Nach den bekannten Verſuchen hebt eine ſtarke Windmühle höchſtens 60 Kubikmeter Waſſer in einer Minute auf die Höhe von 1m0. Die Erfahrung lehrt, daß die Windmühlen nur 60 Tage (à 24 Stunden) pro Jahr arbeiten, und der Wind die übrige Zeit hindurch zu ſchwach oder zu heftig iſt. Eine ſtarke Mühle würde demnach 5,184,000 Kubikmeter Waſſer pro Jahr auf die Höhe von 1m0 heben, welche Summe wir in runder Zahl und zu Gunſten der Mühlen mit 6 Millionen Kubikmeter annehmen wollen. Im Allgemeinen müſſen die Mühlen nach der Entwäſſerung 30 Tage jährlich arbeiten, um die Polder trocken zu erhalten. Man muß daher annehmen, daß jede Mühle nach der Austrocknung jährlich die Hälfte der 6 Millionen oder 3 Millionen Kubikmeter Waſſer auf 1m0 heben wird."

„Der niedrigſte Waſſerſtand der Kanäle und Gräben des künftigen großen Polders wird 5 — O. A liegen. Wenn man annimmt, daß die Mühlen das Waſſer bis auf dieſe Höhe heben ſollen, was indeſſen nicht nothwendig ſein wird, weil das Becken des Rhijnlandes, wohin die Ausgießung bewirkt wird, O. A nicht erreicht, ſo wären 120 Mühlen erforderlich, die man auf 114 reduciren kann."

108. „III. Die Kraft der Dampfmaſchinen wird nach der Pferdekraft berechnet und für dieſe nimmt man an, daß 4500 Kilogrammes in einer Minute auf die Höhe von 1m0 gehoben werden; indeſſen wird der Nutzeffect gewöhnlich nicht als das Maß der Kräfte betrachtet, ſondern die auf die Maſchine angewendete Kraft iſt es, durch welche ſich der Nutzeffect darſtellt. Dieſer Nutzeffect wird alſo um ſo geringer ſein als die Maſchine unvollkommener iſt. Man rechnet daher für eine Pferdekraft eine Erhebung von vier Kubikmetern Waſſer auf die Höhe von einem Meter in einer Minute, wenn man Pumpen anwendet, und 3,5 Kubikmeter auf dieſelbe Höhe pro Minute bei Umdrehungsapparaten, wie die Archimediſche Schraube und das Schaufelrad. Gute Dampfmaſchinen erfordern nur eine wöchentliche Unterbrechung von vier bis ſechs Stunden; man verliert alſo monatlich einen Tag, oder man behält pro Jahr 353 Arbeitstage. Die größte pro Monat auszuhebende Waſſermenge nach der Entwäſſerung beträgt 36,200,000 Kubikmeter (106). Die Kraft der Dampfmaſchinen zur Trockenhaltung des künftigen Polders bei den ungünſtigſten Verhältniſſen müßte alſo betragen: bei Anwendung von Pumpen 1084 Pferdekr., bei Benutzung der Archimediſchen Schnecke 1238 oder 1200 Pferdekr., weil die Kraft der Maſchinen bis zu einem gewiſſen Punkt über ihre gewöhnliche Kraft geſteigert werden kann."

109. „IV. Die Maſchinen mit Hochdruck, Expanſion und Condenſation des Dampfes ſind in Hinſicht der Conſumtion des Brennmaterials die ökonomiſchſten und werden folglich die einzigen ſein, von denen man hier Erwähnung macht. Nach den in Cornwallis gemachten Verſuchen und nach den über ihre Leiſtung gemachten monatlichen Berichten kann man annehmen: 1. daß je größer der Cylinder, von wenigſtens 80 engl. Zoll Durchmeſſer, um ſo geringer wird die erforderliche Quantität Brennmaterial ſein; 2. daß die einfach wirkenden Maſchinen und Pumpen die vortheilhafteſten Reſultate liefern; 3. daß ſolche Maſchinen von 80 Zoll (engl.) Durchmeſſer im Durchſchnitt 250 Kubikmeter Waſſer mit 1 Kilogramm Steinkohle einen Meter hoch heben, was noch nicht 1 Kilogramm pro Pferdekraft

*) 181000000 Quadratmeter (84 a) à 4m0 Tiefe geben 724 Millionen Kubikmeter.

**) Beruht auf Beobachtungen, die ſeit 91 Jahren in Halfwege fortwährend gemacht wurden.

Digitized by Google

und Stunde ausmacht, welche Quantität man aber lieber mit 1,2 Kilogramm annimmt, um keinen Fehler zu begehen; 4. daß die Maschinen mit einfacher Wirkung und drehender Bewegung gegen die doppelt wirkenden Maschinen kaum einige Oekonomie gewähren; 5. daß die doppelt wirkenden Cornwallismaschinen, welche im Durchschnitt 160 Kubikmeter Wasser mit einem Brennmaterial von 1 Kilogramm auf die Höhe von 1m0 heben, eine große Reibung zu überwinden und außerdem nur eine geringe Kraft haben, so daß man von kräftigern Maschinen mit doppelter Wirkung, wie man sie für die Austrocknung des Harlemmer Meeres wünschte, eine größere Leistung erwarten kann. Nimmt man indessen an, daß diese Quantität von 160 Kubikmeter mit 1 Kilogramm Kohle auf die Höhe von 1m0 gehoben werden kann und daß die auf Rotationsapparate angewendete Kraft eines Pferdes ein Erträgniß von 3,5 Kubikmeter auf 1 Meter Höhe pro Minute liefere, so wird man einen Aufwand von beiläufig 1,3 Kilogramm Steinkohle pro Pferdekraft in einer Stunde haben; setzt man dazu für Mängel an der Maschine und für Rechnungsfehler 0,2 Kilogramm oder etwas mehr als ¼ und darüber noch 20 Procent des Ganzen aus den angegebenen Gründen, so erhält man als letztes Resultat 1,8 Kilogr. Steinkohle pro Pferdekraft und pro Stunde.

110. „V. Die Cornwallismaschinen, deren Wirksamkeit bei der Wassergewältigung in den Bergwerken, wo die Expansion des Dampfes in ein und demselben Cylinder stattfindet, durch die Erfahrung längst bewiesen ist, scheinen den Vorzug zu verdienen. Theoretisch sind bei Anwendung der Pumpen drei von diesen Maschinen von 360 Pferdekraft, eine an jedem Wasserhebepunkt (84, i), erforderlich; wenn man sich aber an das halten will, was die Erfahrung gelehrt hat, so brauchte man 6 Maschinen mit Pumpen von 180 Pferdekraft, von denen jede das Wasser des Sees bis zur ganzen Tiefe, d. h. eine Etage hebt, zusammen 1084 Pferdekraft (108). Man könnte mit geringen Kosten und mit Vortheil die Kraft der Maschinen bis zu 200 Pferden steigern; wenn man statt der Pumpen Rotationsapparate anwendet, in welchem Falle zwei Etagen von Maschinen nöthig wären, so wäre es erforderlich deren wenigstens sechs von je 200 Pferdekraft anzuwenden."

111. „VI. Wollte man Windmühlen gebrauchen, so muß man solche von wenigstens zwei Etagen errichten; die obere Etage von 57 Mühlen würde damit beginnen, den See bis zur Hälfte seiner gegenwärtigen Tiefe auszuschöpfen, welche Arbeit 15 Monate in Anspruch nehmen würde; dann müßte man die 57 Mühlen der untern Etage anlegen, doch könnten diese nicht schneller gehen als die Mühlen der obern Etage, welche, da sie jetzt das Wasser immer in einer Tiefe von 2m0 nehmen müßten, langsamer arbeiten und 33 Monate für die zweite Hälfte des Sees erfordern werden. Die Austrocknung mittels Windkraft würde daher 4 Jahre in Anspruch nehmen."

„Was den Dampf betrifft, so würde man mit ihm, wenn man pro Jahr 250 anstatt 353 Arbeitstage (108) und 6 Maschinen mit Pumpen (110) von 200 Pferdekraft in einer einzigen Etage annimmt, den ganzen See in 10½ Monaten austrocknen, wofür wir 14 Monate setzen, weil die Pumpen wie jedes andere Mittel bei einer größeren Tiefe schwieriger gehen. Die 6 Dampfmaschinen mit Rotationsapparaten müßten eben so wie die Mühlen in zwei Etagen arbeiten; in der ersten würden 3 Maschinen, zusammen mit 600 Pferdekraft, die erste Hälfte des Sees in 8 Monaten ausschöpfen, während die Ausschöpfung der zweiten Hälfte 16 Monate erforderte; die ganze Austrocknung würde also zwei Jahre dauern."

112. „VII. Jede Mühle würde 26000 fl. kosten und für jedes Jahr der Austrocknung würden 750 fl. für Aufsicht und Unterhaltung aufgewendet werden müssen; es würden folglich die beiden Etagen von je 57 Mühlen, mithin 114 Mühlen, über 3700000 fl. kosten, mit Inbegriff der Interessen von dem Capitale der ersten Herstellung, nämlich 114mal 26000 fl."

„Mittels einfach wirkender Maschinen mit Pumpen würde die Austrocknung 1200000 fl. kosten."

„Verwendet man doppelt wirkende Maschinen mit Rotationsapparaten, so werden die Kosten bedeutender werden, würden sich jedoch kaum auf 1700000 fl. belaufen."

113. „Nach der Austrocknung würde das Personal und die Unterhaltung jeder der 114 Mühlen eine Summe von 650 fl. oder die sämmtlichen Mühlen würden 74100 fl. pro Jahr in Anspruch nehmen."

„Die Maschinen mit Pumpen würden bei jährlichen 53 Arbeitstagen und bei einem geringern Personal jährlich 54000 fl. Kosten erfordern, welche Summe sich bei Rotationsmaschinen mit jährlichen 60 Arbeitstagen und andern in jeder Art höhern Ausgaben auf 73000 fl. belaufen würden.

Aus allem hier Angeführten zogen die Berichterstatter folgende Schlüsse:

114. „Daß sie bei ihren Berechnungen stets den Mühlen den Vorzug vor den Dampfmaschinen gegeben, daß sie die Arbeitszeit dieser letzteren nur mit 250 Tagen pro Jahr

Digitized by Google

angenommen, obschon man auf beiläufig 100 Tage mehr rechnen könnte, und daß trotz alledem das Resultat ihrer Untersuchungen folgendes war:

„daß die Austrocknung mittels Dampfmaschinen mit Pumpen nur 1200000 fl. kosten würde, folglich 2500000 fl. weniger als mit den Mühlen;"

„daß dieselbe Austrocknung mittels Dampfmaschinen, auf Rotationsbewegung angewendet, gegen die Ausschöpfung mit Mühlen eine Oekonomie von 2000000 fl. gewähren würde;"

„daß sich die jährlichen Kosten nach der Austrocknung mittels der Maschinen, mit Pumpen auf 54000 fl. belaufen würden, was 26000 fl. weniger ist als bei Rotationsmaschinen und noch 1000 fl. weniger als bei Windmühlen."

115. „Diese günstigen Resultate beruhen nur auf der ausgezeichneten Construction der Cornwallis-Dampfmaschinen, welche der Bericht empfiehlt, und würden verloren sein, wenn man sich minder vollkommener Maschinen bediente. Die Berichterstatter unterschieden stets zwischen dem Gebrauch der Pumpen und dem der Rotationsapparate; inzwischen wären diese Pumpen nicht so vortheilhaft an sich selbst als sie es durch die Maschinen sind, deren Anwendung sie gestatten. Ungeachtet dessen hätten die Berichterstatter nicht bloß ausschließlich die Pumpen angerathen und zwar wegen des Zweifels erfahrener Personen in Bezug auf ihren Nutzen zum Heben des Wassers auf eine geringe Höhe, und aus Mangel an hinreichenden Untersuchungen an Ort und Stelle, die übrigens von ihnen nicht verlangt worden wären."

116. Dies waren die Grundlagen des Berichtes, wonach die November-Ordonnanz vom Jahre 1840 verfaßt wurde, welche die Austrocknung des Harlemmer Meeres ausschließlich mittels Dampfkraft anordnete.

117. Wenn die Windmühlen der Hauptgegenstand und kleine Dampfmaschinen Nebensache gewesen wären, wie es die Commission vom Jahre 1837 vorgeschlagen, so wäre es leicht gewesen im voraus die Construction der einen anzuordnen und die andern nach irgend einer bekannten Maschine des Landes mit den nöthigen Verbesserungen zu copiren. Nach dem Vorausgegangenen aber konnte die Commission erst 18 Monate nach dem Beginn der Vorarbeiten an die Entwässerungsmittel denken, mußte aber nun den früher eingeschlagenen Weg verlassen und sich einen neuen bahnen, denn in Bezug der Anwendung des Dampfes auf die Ausschöpfung des Wassers in so großem Maßstabe bestand weder ein Vorbild im Lande noch im Auslande. Die Commission würde aber ihre Aufgabe zu erfüllen nicht verstanden haben, wenn sie sich nicht der ausgezeichnetsten Maschinen bedient hätte, welche den Fortschritten der Wissenschaft würdig sind.

118. Modelle also, welche man hätte nachahmen können, fanden sich nicht vor. In Holland bestand von mehreren Versuchen, die seit 70 Jahren bis zum Anfang des jetzigen Jahrhunderts waren gemacht worden, nichts weiter als die Beschreibung. Zwei Maschinen, die seitdem für den großen Polder von Meydrecht und für die des Krimpenerward construirt wurden, waren vor kurzem auseinandergenommen worden; andere, die man seit 1828 an fünf verschiedenen Orten errichtet, gewähren dort einen höheren Nutzen, keine von ihnen aber übersteigt die Kraft von 30 Pferden und mehrere erreichen selbst ihre Nominalkraft nicht. Die meisten von ihnen consumiren mindestens 10 Kilogr. Steinkohle pro Pferd und Stunde.

119. Im östlichen Theile von England erhielt wohl der Dampf nächst Bedford eine Sumpfebene von 48000 Hectaren trocken und ersetzte daselbst als Triebkraft die alten Mühlen, welche Holländer dort ehemals erbaut hatten; aber diese doppelt wirkenden Maschinen mit Niederdruck und Kesseln alter Form, welche die Schaufelräder in Bewegung setzten, verbrauchten viel Steinkohle und konnten also auch nicht als Vorbild dienen.

120. Es konnte also unter solchen Verhältnissen das, was an andern Orten und in andern Ländern bestand, als zu unvollkommen, zu klein und zu viel Brennmaterial erfordernd, nicht als nachahmungswürdig betrachtet werden. Besonders war aber der letzte Punkt von Wichtigkeit; diese größern Kosten, die man bei den bestehenden kleinen Maschinen tragen mußte, waren bei den noch zu erbauenden und für eine große Operation bestimmten Maschinen sorgfältig zu vermeiden; übrigens war man überzeugt, daß die großen Maschinen verhältnißmäßig weniger Brennmaterial erfordern als die kleinen und daß eine geringe Anzahl kräftiger Maschinen in Bezug auf ihren Bau und ihre Unterhaltung viel ökonomischer ist als eine große Anzahl schwacher Maschinen. Man mußte daher vorwärtsschreiten und etwas ins Leben rufen, was noch nicht vorhanden war, denn die ausgezeichneten Cornwallismaschinen (115) dienten nicht zur Austrocknung von Moräften oder Seen, sondern zu andern Zwecken, oftmals dazu, aus der ungeheuren Tiefe der Bergwerke einen schwachen Wasserstrahl ans Tageslicht zu fördern. Wenn man sich also auch an diese in bestem

Digitized by Google

Rufe ſtehende Conſtruction halten wollte, ſo war es immer eine ſchwierige Aufgabe, die in Cornwallis auf ſo ſinnreiche Art angewendete Kraft für eine ganz andere Operation zu benutzen, d. h. die möglich größte Quantität Waſſer auf eine geringe Höhe zu heben. Es handelte ſich alſo darum eine neue Combination zu erfinden, dieſelbe durch Zeichnungen von der größten Genauigkeit darzuſtellen, nach dieſen Plänen Maſchinen zu conſtruiren und ſie endlich aufzuſtellen und in Bewegung zu ſetzen. Alles das erforderte nicht bloß Verſtand und Kenntniſſe, ſondern auch eine beſondere Praxis in Sachen des Dampfes, und man hielt es für unmöglich alle dieſe Eigenſchaften in einem einzigen, der Regierung zur Dispoſition ſtehenden Manne in einem Lande vereinigt zu finden, wo die Kenntniß des Dampfes noch keine tiefen Wurzeln gefaßt hatte.

121. Als unter Ludwig XIV. Riquet den berühmten Kanal von Languedoc anlegte, waren es Holländer, welche die ſumpfigen Alluvionen an der Mündung der Gironde zu einem fruchtbaren, mit Deichen und Ablaßſchleuſen verſehenen Polder verwandelten. Ein Holländer, de Vos, unterrichtete den großen Vauban in dem Gebrauch der Schleuſen, um Inundationen zu bewirken und ſie als Vertheidigungsmittel zu benutzen; derſelbe de Vos wurde auch zu den Waſſerbauten nach Havre berufen; Leeghwater ſelbſt (68) wurde nach Esparre in der Gascogne, nach Metz und nach Holſtein verlangt, und in England erbauten Holländer Mühlen für die Moräſte von Lincolnſhire (119); in Portugal mußten ſie die Deiche der Alluvionen längs des Tajo anlegen. Man glaubte es daher für keine Schande zu halten, wenn man in Bezug auf einen andern Zweig der Wiſſenſchaft ſich in andern Ländern Raths erholte.

Verſuche und Pläne von Dampfmaſchinen. — 122. Die Vortheile der Dampfmaſchinen mit Pumpen ſind in den §§. 112 bis 115 erwähnt worden. Die Pumpen von großem Durchmeſſer waren nicht unbekannt, man verwendete ſie im Gegentheil zur Ausſchöpfung der Docks für den Schiffbau; um ſie aber zur Ausſchöpfung des Sees geſchickt zu machen mußten ſie von bedeutender Größe ſein, in welchem Falle man aber beſonders die wiederholten Stöße bei jedem Hub der Maſchine und die bekannten Uebelſtände der großen Kolben zu befürchten hatte. Die ſachverſtändigen Mitglieder der Commiſſion ſtrebten deßhalb vor allem dahin, dieſen doppelten Uebelſtand mittels einer neuen Combination zu beſeitigen.

123. Ein Pumpenmodell wurde mittels der beſtehenden Dampfmaſchinen verſucht, und obwohl dieſe Proben, unter andern wegen der Unvollkommenheit der Mittel, die Pumpen an dieſen Dampfmaſchinen zu befeſtigen, nicht gänzlich gelingen konnten, ſo lieferten ſie dennoch ein recht gutes Reſultat.

Bei dieſen Verſuchen war freilich der Stoß nur vermindert worden; man hatte aber daraus genug entnommen, um die Hoffnung zu hegen, ein entſprechendes Werk zu combiniren.

124. Inzwiſchen hatte die Regierung der Commiſſion einen Antrag zweier engliſcher Ingenieure, Arthur Dean und Joſeph Gibbs, überſandt, welche ſich durch Contract verpflichten wollten, die Austrocknung mit Cornwallis-Dampfmaſchinen und Plungerpumpen zu bewirken. Zeichnungen und Pläne waren beigelegt und es hatte ſich Herr Dean ſelbſt nach dem Haag begeben.

Durch dieſen Umſtand lernte man die Erfahrungen und die praktiſchen Kenntniſſe dieſes Ingenieurs kennen. Nun hatten unſere Proben (123) bereits günſtig für die Pumpen geſprochen. Nach mehreren Conferenzen war man darüber einig, die Schwierigkeiten zu beſeitigen, welche noch zu überwinden waren. Die Commiſſion erachtete es für angemeſſen, die Zeit und die Koſten für neue Verſuche zu erſparen und die Anfertigung einer Schöpfmaſchine anzuordnen und ſolche auf einem der bedeutendſten Ausflußpunkte aufzuſtellen, und ſollte dieſelbe nicht vollkommen den gehegten Erwartungen entſprechen, ſo konnte ſie immerhin eine gute Schöpfmaſchine abgeben, deren Mängel zur Richtſchnur für andere Conſtructionen der Art gelten konnten.

125. Die Herren Gibbs und Dean verpflichteten ſich zur Anfertigung eines vollſtändigen Planes einer Cornwallis-Dampfmaſchine und zwar nicht für Plungerpumpen, ſondern für Saugpumpen, wozu die Commiſſion das Modell lieferte. Im März 1842 hatten ſie dieſe Verbindlichkeit erfüllt und waren inzwiſchen auf eine neue Verbeſſerung gekommen, nämlich auf den Gebrauch von zwei Cylindern, die ineinander ſteckten, damit der Dampf, nachdem er durch Expanſion in dem kleinen Cylinder den aufgehenden Hub hervorgebracht, um durch Expanſion in dem großen Cylinder während des abwärts oder zurückgehenden Hubes ein zweitesmal benutzt werden könnte. Maſchinen von Sims hatten ſchon die Vortheile dieſer Methode bewieſen, dort aber waren die beiden Cylinder übereinander geſetzt und es waren dazu zu hohe Gebäude erforderlich; die Anordnung der beiden Cylinder ineinander ſollte dieſelben Vortheile gewähren, ohne die damit verbundenen Uebelſtände zu haben. Im Falle des Nichtgelingens war nichts als eine verhält-

Digitized by Google

nißmäßig geringe Ausgabe verloren; ein glückliches Resultat aber konnte beträchtliche Ersparungen mit sich führen.

126. Es wurde endlich mit den Herren Gibbs und Dean ein Contract abgeschlossen, dessen hauptsächlichsten Punkte folgende waren:

„Sie liefern den vollständigen Plan einer Dampfmaschine nach ihrem verbesserten System des doppelten Cylinders. Der Durchmesser des kleinern ist 84 Zoll (engl.). Die Maschine muß die Kraft von 350 Pferden haben, 10 Kolbenhübe pro Minute machen, und 32 bis 34 Millionen Kilogr. (70 bis 75 Mill. engl. Pfund) auf $0^m30$ mittels 42,63 Kilogr. Steinkohle erster Qualität heben; die Pferdekraft wird angenommen, 14965 Kilogr. auf die Höhe von $0^m30$ pro Minute zu heben. Sie liefern die Zeichnungen und die Beschreibung, welche zur Anfertigung einer solchen Maschine nothwendig sind, und verpflichten sich zur Aufsicht über diese Anfertigung und über die Aufstellung. Wenn die Maschine die festgesetzte Leistung übersteigt, so wird die Bezahlung verhältnißmäßig erhöht."

„Wenn die Commission die Maschine mit doppeltem Cylinder, nachdem sie probirt worden, nicht genehmigt, so muß diese als Maschine mit einfachem Cylinder von demselben Durchmesser (84″ engl.) eine Kraft von 200 Pferden, die Pferdekraft wie oben angenommen, haben und ebenfalls 10 Kolbenhübe pro Minute machen.

Die Commission erhielt diesen aus 20 Blättern bestehenden Plan sehr bald und genehmigte ihn; das Gebäude für die Aufstellung der Maschine wurde entworfen.

Der Leeghwater. — 127. Dieser Maschine wurde der Namen „Leeghwater" (68) gegeben. Der Platz zur Aufstellung derselben wurde am südlichen Theil des Sees nächst dem Dorfe Kaag (Blatt **748**) gewählt, von wo das Wasser leicht und schnell gegen die Schleusen von Katwijk entweichen kann. Es ist dies einer der großen Ausschöpfpunkte (84 i und 110).

128. Diese Dampfmaschine unterscheidet sich von der gewöhnlichen Construction, daß es wohl angezeigt ist eine längere Beschreibung derselben zu geben.

Bei den einfach wirkenden Maschinen, wie sie Watt erfand, wird der Dampf von dem Kessel in den Cylinder über den Kolben geführt, der durch seine Kraft niedergedrückt wird und den einen Arm des Hebels, an den er durch eine Stange befestigt ist, nachzieht und folglich die an den andern Arm des Hebels angehängte Last hebt. Am Ende des productiven Hubes schließt sich das den Dampf vom Kessel herbeiführende Rohr und es entsteht eine Communication zwischen dem obern und untern Theil des Cylinders. Es verbreitet sich dann der Dampf, der über den Kolben gewirkt hat, auch unterhalb und übt von beiden Seiten einen gleichen Druck aus; der Kolben befindet sich nun im Gleichgewicht zwischen den beiden Drücken, weßhalb man auch das Ventil, das diese Communication öffnet und schließt, das „Gleichgewichtsventil" nennt. So lange diese Verbindung offen bleibt erhält sich das Gleichgewicht des Druckes, was dem Kolben gestattet durch die Schwere des Gegengewichts, das in derselben Zeit als die Nutzlast bei dem productiven Hub gehoben wurde, wieder hoch zu gehen, und ist der Kolben an dem obern Theil des Cylinders angelangt, so schließt sich die Verbindung zwischen den beiden Enden des letztern; der eben benutzte Dampf entweicht nach dem Condensator und eine neue Quantität Dampf strömt von dem Kessel aus über den Kolben und bringt von neuem den productiven Hub hervor, indem er den Kolben niederdrückt.

So war die Einrichtung der Dampfmaschinen, die man früher als Versuche bei einigen unserer Polder angewendet hatte (118).

129. Die einfach wirkende Maschine von Watt wurde modificirt, als man sie zum Ausschöpfen des Wassers aus den tiefen Bergwerken von Cornwallis mittels Druckpumpen verwendete. Das enorme Gewicht der Stangen dieser Pumpen war die Ursache, daß man es vorzog durch den productiven Hub die letztern zu heben und nicht die Nutzlast, und die Wassersäule durch den Niedergang dieser schweren Gestänge nach oben zu drücken. Bei der Cornwallis Maschine hebt also der productive Hub nur ein Gegengewicht, durch dessen Niedergang nicht bloß der Kolben, sondern auch die Nutzlast wiedergehoben wird.

Uebrigens sind die einfach wirkenden Maschinen von Cornwallis denen von Watt ähnlich, das Princip der Expansion des Dampfes aber ist dabei auf eine viel ausgedehntere Art angewendet; Watt steigerte die Spannung des Dampfes kaum über die der Atmosphäre und schloß die Verbindung der Kessel mit dem Cylinder erst gegen das Ende des Kolbenhubes, so daß also nur ein schwacher Theil durch die Expansion des Dampfes wirkte. In Cornwallis wurde der Dampf auf eine Spannung gehoben, welche drei bis viermal den Druck der Atmosphäre übersteigt, und er wirkt dort durch Expansion während des größten Theils des Kolbenlaufes. Man kennt diese Wirkung des Dampfes; denke man sich den Kolben am untern Theil des Cylinders und den von dem Kessel kommenden Dampf unter sich; er wird

Digitized by Google

dann mit Heftigkeit gehoben, steigt und würde mit einer gefährlichen Geschwindigkeit an den Deckel des Cylinders schlagen, wenn man ihm während seines ganzen Laufes Dampf zuströmen ließe; um nun diese Gefahr zu vermeiden schließt sich der Einlaß des Dampfes, wenn der Kolben auf $^1/_8$ oder $^1/_4$ des Hubes, oder noch weniger (was man nach Belieben regulirt) gekommen, und der Kolben kann den übrigen Weg seines Hubes nur durch den Impuls einer abnehmenden nämlich der durch die Expansion des Dampfes entstehenden Kraft zurücklegen, die sich nach Maßgabe als der Raum hinter dem Kolben, worin sich der Dampf ausbreiten kann, größer wird, vermindert. Die Folge davon ist, daß die anfänglich sehr große Geschwindigkeit des Kolbenhubes nach und nach geringer wird und sich auf Null reducirt, wenn er oben im Cylinder angekommen ist.

130. Die Cornwaller Maschinen mit einfacher Wirkung sind berühmt geworden, besonders wegen der geringern Quantität des Brennmaterials, das sie im Vergleich zu ihrer Leistung consumiren. Deßhalb hat man überall, wo sie anzuwenden sind, die größte Sorgfalt darauf verwendet, alles das nachzuahmen, was zu so guten Resultaten führen kann. Die Maschinen der Druckpumpen bei den Wasserleitungen in London liefern ein Beispiel davon; das Wasser daselbst wird nicht aus einer so großen Tiefe aufgefördert, daß die Gestänge der Pumpen durch ihre Länge die Schwere hätten, welche nothwendig ist, um beim Niedergehen die Nutzlast zu heben; um aber diese Schwere zu erhalten, belastet man die Stangen mit einem Gewicht, wodurch sie hinsichtlich der Wirkung der in Cornwallis angenommenen Construction vollkommen ähnlich werden.

Um das Wasser aus den Bergwerken dieses Landes aufzufördern ist der Gebrauch von wenig Brennmaterial erfordernden Maschinen besonders von großem Interesse; auch war dies ein Grund mehr, warum man sie für die Austrocknung des Harlemmer Meeres benutzen wollte; nur mußten sie natürlich nach der Localität und nach ihrem Zwecke modificirt werden. Um das Wasser auf so geringe Höhen zu heben wie hier, waren offenbar die Saugpumpen den Druckpumpen vorzuziehen; dadurch aber wurde eine wesentliche Veränderung nothwendig, denn mit Saugpumpen mußte das Wasser durch die steigende Bewegung der Pumpenkolben gehoben werden, und wir haben gesehen, daß in Cornwallis das Wasser im Gegentheil durch die abwärtsgehende Bewegung dieser Kolben gehoben wird. Um also die Bewegung der Cornwaller Maschinen nachzuahmen mußte man den Dampf unter und nicht über dem Kolben des Cylinders einführen; außerdem war es erforderlich, anstatt des wie in London an die Pumpenstangen gehängten Gewichtes die Stange des Cylinderkolbens mit einem gewissen Gewicht zu belasten. Auf diese Art mußte man auch durch den Nutzhub der Maschine (alsdann durch die steigende Bewegung des Cylinderkolbens bewirkt) eine Last heben, welche beim Zurückfallen die Wasserlast zum Steigen bringt.

Um alle Befürchtungen zu verbannen, wurde noch eine andere Veränderung für nothwendig erachtet. Im §. 129 wurde von der Geschwindigkeit des Kolbens auf einen Theil des Hubes gesprochen; diese Geschwindigkeit theilt sich natürlich den Kolben der Pumpen mit, wenn diese nach der gewöhnlichen Construction an einem der Arme des Hebels befestigt sind, dessen anderer Arm mit dem Kolben des Cylinders verbunden ist. Es ist freilich wahr, daß diese große Geschwindigkeit hier nur bei dem Niedergang der Pumpenkolben stattgefunden haben würde, wenn ihre Ventile nicht belastet sind; da aber diese groß und schwer sein mußten, so glaubte man, daß dadurch noch schädliche Stöße entstehen könnten, aus welchem Grunde man die Balanciers der Pumpen nicht an dem Kolben des Cylinders befestigen wollte, so daß während des productiven Hubes die Bewegung des Cylinderkolbens und der Pumpenkolben voneinander unabhängig sind. Was den doppelten Cylinder, eine andere bedeutende Eigenthümlichkeit des Leeghwater, betrifft, so war davon schon im §. 125 die Rede.

131. Auf Seite 269 ist der Durchschnitt der Maschine nach c d in Fig. 4 (Blatt 748) dargestellt. Der Cylinder a b c d von beiläufig $2^m 13$ Durchmesser (126) wird (125) in die Mitte eines größeren Cylinders e f g h von etwa $3^m 66$ gestellt. Diese Cylinder haben unten keine Verbindung miteinander, sondern bloß von oben. Der runde Kolben z muß sich in dem kleinen Cylinder und der ringförmige Kolben z z in dem großen bewegen.

Beide Kolben sind durch 5 Stangen verbunden, wovon die mittlere als die stärkste natürlich an dem inneren Kolben befestigt ist; die vier übrigen hängen mit den 4 Segmenten des ringförmigen Kolbens zusammen; 2 von diesen beiden letztern konnten nur in dem senkrechten durch c d gehenden Querschnitt angegeben werden.

Diese 5 Stangen tragen einen großen kreisrunden Trog, woran sie stark befestigt sind; dieser Trog wird mit Ballast ausgefüllt, damit aber die Stangen nicht mit dem ganzen Gewicht belastet würden, das der productive Hub der Maschine heben sollte, so wurde ein Theil dieses



Digitized by Google

Ballaſtes unmittelbar auf die beiden Kolben gelegt. Nach den Umſtänden konnte dieſes Gewicht vergrößert oder vermindert werden.

Wenn die beiden Kolben unten ſind, wie es durch die punktirten Linien in dem Durchſchnitt c d angegeben iſt, ſo wird der Dampf von dem Keſſel unter den innern oder kreisförmigen Kolben geführt, der in die Höhe getrieben wird und den ringförmigen Kolben, den Trog und folglich das ganze Gewicht mit aufzieht.

An einem gewiſſen Theil des Hubes wird der Dampf unterbrochen und der übrige Theil des Hubes wird durch die Expanſion des Dampfes (129) bewirkt, bis die Kolben die Höhe der Cylinder erreicht haben, wie in der Figur angedeutet iſt. Während dieſer Zeit fallen die Kolben der Pumpen durch ihr eigenes Gewicht unabhängig von der Maſchine in ihren Stiefel wieder zurück*) und durch dieſe Bewegung haben ſie die entgegengeſetzten Arme ihrer Balanciers zu dem untern Theil des Troges geführt.

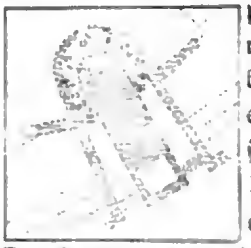
Nun öffnet ſich das Gleichgewichtsventil und folglich die Verbindung zwiſchen dem untern Theil des innern Cylinders und dem obern Theil der beiden Cylinder. Der innere oder kreisrunde Kolben bleibt alſo zwiſchen den beiden von oben und unten wirkenden Drücken während des ganzen zurückgehenden Hubes im Gleichgewicht; der ringförmige Kolben aber wird durch die Expanſion des Dampfes auf ſeinen obern Theil und weil unter dieſem Kolben ſtets eine Verbindung mit dem Condenſator ſtattfinden wird gegen den Boden des Cylinders getrieben.

Die Kolben der belaſteten Pumpen werden alſo zum Theil durch den Niedergang des Gegengewichts oder der Laſt, zum Theil durch den Druck des Dampfes auf den ringförmigen Kolben, der ſchon bei dem productiven Hube unter dem innern Kolben gewirkt hat, gehoben. Nach dem Rückgange des Kolbens ſchließt ſich das Gleichgewicht, der benutzte Dampf wird nach dem Condenſator geführt und eine neue Dampfſtrömung unter dem innern Kolben beginnt das Spiel von neuem.

Es könnte ſich ereignen, daß die Arme des Pumpenbalanciers durch den Niedergang der Pumpenkolben nicht ſchnell genug gehoben würden, um gegen Ende des productiven Hubes an den großen mit Gewicht belaſteten runden Trog zu gelangen; es iſt daher ein Apparat angeordnet worden, durch welchen dieſer Trog von der Oeffnung des Gleichgewichtsventils aufgehalten wird.

Der Kolbenlauf der Cylinder iſt wie der der Kolben 3m0; der Durchmeſſer dieſer letzteren 1m 60. Jede Pumpe wird alſo bei jedem Hube 6 Kubikmeter Waſſer heben.

132. Das Gebäude für die Maſchine, das in dieſem Moment vollendet wird (135), iſt ein runder Thurm, an den ſich ein viereckiges Gebäude für den Keſſel anſchließt (Seite 269). Die Balanciers werden in Einſchnitte gelegt, die zu dieſem Zweck in gehörigen Entfernungen in den Mauern des Thurmes angelegt ſind. Es werden 11 Pumpen aufgeſtellt, deren Anordnung in nebenſtehendem Holzſchnitte angegeben iſt und auf den erſten Anblick etwas Eigenthümliches zu haben ſcheint, was einer Erläuterung bedarf.



Die Pumpen 1, 8, 9 ſind in Winkeln von 120° gegeneinander aufgeſtellt. Die Schwere ihrer mit Waſſer belaſteten Kolben wird alſo auf drei Seiten des Thurmes regelmäßig vertheilt; eben ſo laſten die Pumpen 3 und 10, 5 und 6, 7 und 4, 11 und 2, die einander gegenüber ſtehen, immer regelmäßig auf die entgegengeſetzten Seiten des Gebäudes. Die Folge dieſer Anordnung iſt, daß man ohne Nachtheil mit den 11 Pumpen gleichzeitig arbeiten kann; mit 9 Pumpen, wenn man die beiden einander gegenüber gelegenen auslöſt; mit 8 Pumpen, wenn man Nr. 1, 8 und 9 auslöſt, und mit 7 Pumpen, wenn man zwei gegenüberſtehende fortnimmt.

Auf dieſe Weiſe verfahrend kann man die Pumpen nach und nach vermindern und endlich nur 3 beibehalten, welche bei 10 Hüben pro Minute 180 Kubikmeter Waſſer in demſelben Zeitraum von einer Minute heben können. Da ſie nach der Entwäſſerung zur Trockenhaltung des Polders dieſe Quantität auf die Höhe von 5m0 heben müſſen, ſo wird das Product gleich ſein einer Quantität von 900 Kubikmetern, die pro Minute auf die Höhe von 1m0 gehoben werden.

133. Es werden alſo dieſe Pumpen für eine Dampfmaſchine genügen, welche bei 10 Hüben pro Minute eine Kraft von 200 Pferden (126) beſitzt. Wenn die Maſchine mit doppeltem Cylinder, der Leeghwater, der Erwartung entſpricht und bei 10 Hüben pro Minute eine Kraft von 350 bis 400 Pferden hervorbringt, ſo werden zu dieſem Zweck 6 Pumpen erfordert, für die man 3 Paar einander gegenüberſtehende anwenden könnte.

Es iſt wahrſcheinlich, daß in beiden Fällen der Gebrauch

*) In dem Durchſchnitt c d ſind die Ventile der Pumpe X in ihrer Lage, bei der Pumpe Y aber ſind ſie nach der Quere geſchnitten, um die Form beſſer zu veranſchaulichen.

Digitized by Google

einer größeren Anzahl von Pumpen mit einer geringeren Geschwindigkeit vorzuziehen sei; bei vorstehender Anordnung aber kann man alle 11 im Anfang anwenden, wenn die zu hebende Last weniger schwer ist, selbst bei 10 Hüben pro Minute.

Die Wirkung der 11 Pumpen hat also nach vorstehendem die Folge, daß 66 Kubikmeter Wasser pro Kolbenhub gehoben werden, folglich bei 10 Hüben pro Minute 660 Kubikmeter in demselben Zeitraum, mithin 39600 Kubikmeter pro Stunde und 950400 in 24 Stunden.

134. Das von den Pumpen gehobene Wasser ergießt sich über einen Ueberfall L M, der von dem Becken durch die Schleusen N O (Seite 269) getrennt ist. Sobald das über den Ueberfall sich ergossene Wasser höher steigt als das des Bassins, so öffnen sich die beiden Schleusen von selbst, um es in das letztere laufen zu lassen. Auf diese Art wird das Wasser aus dem See immer nur sehr wenig über das Niveau des Bassins gehoben; je niedriger also dieses Niveau ist (der Unterschied zwischen dem höchsten und niedrigsten Niveau ist manchmal $0^m 60$), um so weniger Kraft wird die Maschine zu entwickeln haben. Der Leeghwater wird also niemals den geringsten Theil seiner Kraft unnützer Weise verwenden; ein Vortheil der Pumpen gegen die Archimedischen Schrauben, welche das Wasser nothwendiger Weise auf eine bestimmte Höhe leiten, wodurch also ohne Nutzen die ganze Kraft aufgewendet wird, welche das Heben des Wassers von dem veränderlichen Niveau des Bassins bis zum unveränderlichen Punkt, wo die Schrauben befestigt sind, erfordert.

Der Leeghwater und die andern ihm ähnlichen auf einer Etage stehenden Maschinen heben außerdem das Wasser ohne Unterbrechung aus der ganzen Tiefe des Sees; beginnen sie also ihre Arbeit mit allen Pumpen gleichzeitig, so können sie dieselbe, ohne von den letztern welche unthätig zu machen, bis zu Ende fortsetzen, ohne daß es nothwendig ist, sie während der Entwässerung ein oder zweimal anzuhalten, um die Aufstellung einer zweiten und dritten Etage von Maschinen abzuwarten (25).

135. Die Erbauung des zur Aufstellung des Leeghwater bestimmten Gebäudes war inzwischen für die Summe von 161000 fl. (XXVIII) mit der Bedingung in Entreprise gegeben werden, daß dasselbe im Jahre 1844 vollendet sein müsse.

Mittels eines runden Dammes am Ufer des Sees, jedoch an einer Stelle, wo derselbe seine ganze Tiefe hat, mußte der für dieses Gebäude bestimmte Platz abgeschlossen, dann bis $7^m 0$ — O. A. vertieft und trocken gelegt werden. Auf dem Boden dieser tiefen Grube waren 1400 Pfähle einzurammen, wovon 400 eichene dahin zu stehen kommen, wo sich der Thurm selbst erheben sollte. Das bei den Bohrungen für günstig erachtete Terrain zeigte sich so fest, daß mehrere Pfähle nicht bis zur bestimmten Tiefe von $12^m 0$ eingeschlagen werden konnten; manchmal vermochten die 25 Schläge einer Hitze den Pfahl nur um einige Linien einzutreiben und oft trieb der letzte Pfahl die früher geschlagenen heraus. Uebrigens stieß man nur auf eine einzige schwache Quelle.

Am 15. Juli 1843 war der mehr aus Balken als aus Bohlen bestehende Belag über dem Pfahlrost hergestellt; man konnte die Fundamentirungsarbeiten beginnen und den Bau so schnell betreiben, daß in drei Monaten $2\frac{1}{2}$ Millionen Ziegeln vermauert wurden, die aus dem Schlamm der dortigen Flüsse waren hergestellt worden.

Die Mauern des Gebäudes sind eben so stark als die Fundamente; sie haben an ihrem obern Theil nicht bloß die 11 fortwährend sich bewegenden, je 10000 Kilogramm wiegenden Balanciers, sondern auch die Pumpenstangen und ihre Kolben, so wie endlich die aufgeförderten Wasserströme zu tragen, welch letztere bei $1^m 0$ Tiefe 22000 Kilogr. pro Hub und über 100000 bei vorgerückter Ausschöpfung ausmachen. Außerdem muß man bedenken, daß dieses Gebäude, das durch die Erde der äußern Seite des Sees, in dessen Umdämmung es steht, gedrückt wird, innerhalb und bis zu einer Tiefe von $5^m 0$ bloß und ohne Unterstützung dasteht, und es hat daher nichts auffallendes, daß die Festigkeit des Gebäudes ein Gegenstand der größten Sorgfalt war.

Die Anfertigung der Maschinen. — 136. Nach mancherlei Ueberlegungen wurde beschlossen, die Ausführung der Maschine von Sparendam dem Hause Dixon & Comp. zu überlassen, mit welchem ein Contract abgeschlossen wurde (93). Hinsichtlich des Leeghwater aber war die Sache etwas schwieriger und man beschloß die Arbeiten an demselben zu theilen, so daß man hinsichtlich der Anfertigung der Cylinder und der Pumpen mit den englischen Fabrikanten Harvey & Comp. in Cornwallis, hinsichtlich der Balanciers und der Kessel mit dem Hause Paul van Vlissingen und Dudok van Heel in Amsterdam Contracte abgeschlossen hatte (XXVIII[a] und XXVIII[b]).

Nach diesen Contracten, wenn sie getreulich gehalten werden, muß die Maschine im Jahre 1844 probirt werden. Die Commission hat sich die Beaufsichtigung in den Fabri-



Digitized by Google

ken und bei der Aufstellung sowie die Ueberwachung der genauen Ausführung der Zeichnungen vorbehalten.

Bei diesem Zustand der Dinge mußte natürlich ein großer Zeitverlust und eine Complication der Arbeiten entstehen; es war eine schwierige Aufgabe zu erfüllen, wenn man mit dem fortschreitenden Bau die Ablieferung und die Aufstellung der aus verschiedenen fernen Fabriken ankommenden Maschinentheile in Uebereinstimmung bringen wollte; auch wurde diese Angelegenheit erst im Anfange des Jahres 1843 beendigt, und seit dieser Zeit ging die Anfertigung mit größerer oder geringerer Schnelligkeit vor sich; Balanciers und Kessel waren zur bestimmten Zeit in Amsterdam fertig; in Cornwallis wurden die schwierigen Bestandtheile ununterbrochen mit Erfolg ausgeführt, andere dagegen erlitten Verzögerungen; die eine von den Pumpen, welche auf künstliche Weise in Bewegung gesetzt wurde, hielt 5 Wochen hindurch eine Probe aus, deren Resultate sehr befriedigend waren.

Allgemeiner Blick über die erste Epoche der Entwässerung. — 137. Am Schlusse dieser Periode waren die Resultate folgende:

Die Expropriation der Ländereien und Gebäude war mit einigen Ausnahmen auf freundschaftlichem Wege und für mäßige Kosten bewirkt worden.

Eins der mächtigsten Hülfsmittel des Rhijnlandbeckens, die Amelioration des Ableitungskanals gegen Katwijk, wurde vollendet, ebenso die Werke von Spaarne; das andere dieser Hülfsmittel, die Dampfmaschine von Sparendam und alle darauf bezüglichen Arbeiten waren in Verding gegeben und sollten im Jahre 1844 beendigt werden. Der Ableitungskanal und der Umfangsdeich näherten sich ihrer Vollendung, so daß jetzt die Abschließung des Sees möglich wurde; ausgenommen waren einige Parcellen, welche in den wenigen Ländereien enthalten waren, deren Expropriation noch im Streit war. Was aber dieser Umschließung mangelte, glaubte man in 4 Monaten bewirken zu können, oder man beabsichtigte die Suspension derselben bis zu dem Moment, wo die Maschinen ihre Thätigkeit beginnen können.

Alles, was auf das Vertheidigungssystem für die Hauptstadt durch Ueberschwemmung Bezug hat, war regulirt worden.

Für alle Nebenarbeiten, für die Unterhaltung und Reparatur, welche bei Unternehmungen dieser Art unzertrennlich sind, war vorgesorgt worden.

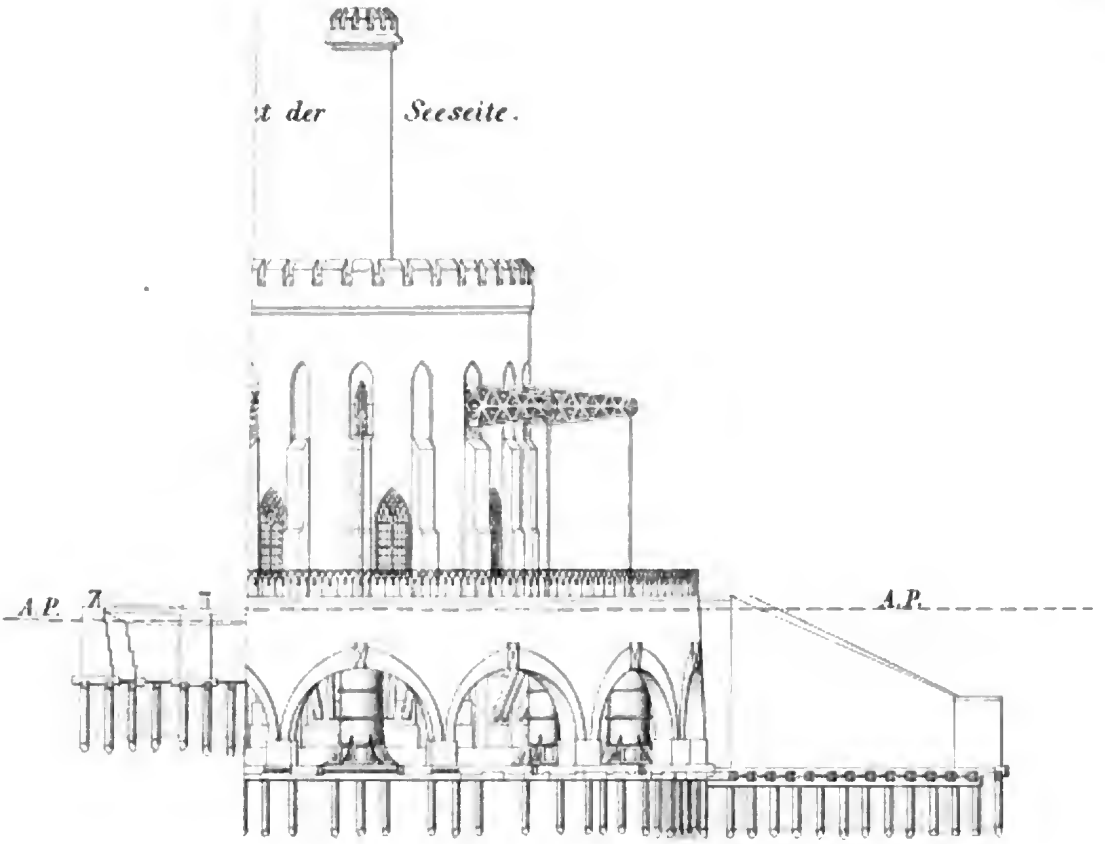
Was aber von besonderer Wichtigkeit für das ganze Unternehmen erschien, war die Entscheidung, daß der Dampf anstatt des Windes als Triebkraft benutzt und auf ein neues System von Maschinen außerordentlicher Größe angewendet werden sollte.

## Zweite Periode bis 1. October 1853.

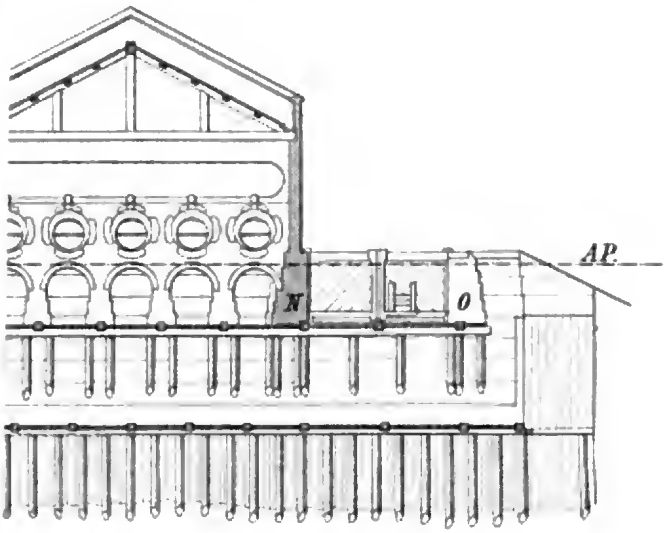
Der Kanal von Katwijk (88 ꝛc.). — 138. Nach §. 91 sollte das letzte und wichtigste Werk für die Amelioration des Kanals von Katwijk, nämlich die Vergrößerung der inneren Schleuse, im Jahre 1843 beendigt werden, was auch wirklich stattfand; wenigstens waren die beiden neuen Oeffnungen vor dem Winter in fahrbarem Zustande. Das Ganze wurde im Jahre 1844 vollendet, und die Commission übergab mittels Contract der Administration des Rhijnlandes den neuen Kanal mit seinen Ufern, Brücken, Duc d'Alben an der Mündung des Leede.

Ingenieur Kock leitete die Arbeiten in vollständigster Art; nach seinen seit dem Jahre 1844 gemachten Beobachtungen ist das Resultat dieses neuen Kanals der Art, daß jetzt ein Abfluß der Gewässer des Rhijnlandes in das Meer stattfinden kann, der zwei- bis zwei ein halbmal größer ist als ursprünglich. Indessen bemerkte man bald, daß das Wasser bis zur Schleuse von Katwijk nicht mit der wünschenswerthen Geschwindigkeit floß und daß die Neigung der Oberfläche des Bassins, wovon im §. 34 die Rede war, noch in ziemlich starkem Maße bestand. Man fand sie mehrmals 8 Centimeter zwischen dem Dorfe Warmond, 14 Centimeter zwischen der Stadt Leyden und den Schleusen von Katwijk, wenn die letztern geöffnet waren, d. h. das Wasser im Becken stand oft beim Arbeiten der Schleusen 8 und 14 Centimeter höher an den beiden genannten Stellen als nahe am Meere; ein offenbarer Beweis, daß das Wasser aus dem Becken schneller durch die Schleusen als es in einer Entfernung von nur einer Stunde ankommen konnte, abfloß. Ungeachtet der Verzögerung, die das Wasser des Beckens durch diese gezwungene stärkere Neigung seiner Oberfläche erleidet, hat man es doch nicht für nothwendig erachtet, daß die Kosten des Abhülfsmittels im Verhältniß zu dem wahrscheinlichen Nutzen stehen, der daraus erwüchse. Dieses Mittel bestände in der Verbreiterung der Abflußkanäle ge-

Digitized by Google




*Durchschnitt nach ef.*






Digitized by Google

Digitized by Google

gen die Schleusen von Katwijk an den engsten Punkten, für welche Arbeit bei dem einzigen Dorfe Warmond eine Summe von 22000 fl. erforderlich war; eine viel größere aber noch wird nothwendig sein, um den Rhein abwärts von Leyden breiter zu machen, und man erwartete, daß die Erfahrung die dringende Nothwendigkeit so beträchtlicher Kosten beweisen wird.

Die Dampfmaschine zu Sparendam. (93). — 139. Verschiedene ungünstige Umstände waren Veranlassung, daß die Maschine erst im November 1846 ihre regelmäßige Arbeit beginnen konnte. Die Fabrikanten hatten große Achsen von England kommen lassen, die sie hier schwächer machten, um sie für ihre Stützpunkte anzupassen, welche man zu schmal gemacht hatte. Die Commission hielt aber nun die Achsen für zu schwach, und wollte man sie versuchen, um sie durch andere stärkere zu ersetzen, wenn sie brächen, so mußte man ein Unglück befürchten; man wählte daher lieber das sicherste Mittel, indem man die schwachen Achsen verwarf und solche mit den gehörigen Dimensionen verlangte.

Ferner war die Zeit, welche zur Aufstellung der Maschine nothwendig ist, nicht richtig bemessen worden; sie war zu kurz angenommen, der erste Versuch konnte erst am 20. Juli 1844 stattfinden und war nicht sehr befriedigend. Die schlecht gewählte Aufstellung der Speisepumpe der Kessel war Veranlassung, daß sie nach den ersten Stößen zerbrach. Eine zweite Probe im September hatte keine viel besseren Resultate; der aus Mangel eines Zwischendampfbehälters unmittelbar in den Cylinder entweichende Dampf führte so viel Wasser in denselben, daß die regelmäßige Bewegung des Kolbens gehindert wurde; man mußte daher eine Dampfkammer construiren und an den Ventilen einige Veränderungen vornehmen. Neue Versuche fanden erst im Januar 1845 statt; die Maschine arbeitete damals mit 6 bis 10 Schaufelrädern, die Luftpumpe aber war unvollkommen und ihre Balanciers wurden beschädigt. Man beseitigte diesen neuen Uebelstand und im Februar wurden abermals Versuche mit sechs, dann mit acht und endlich mit zehn Schaufelrädern gemacht; Eisgänge aber verhinderten die Arbeit der Maschine bis zum Monat April.

Bisher hatten die Versuche nur den einzigen Zweck, die Bewegung der Maschine zu beobachten, und das von ihr gehobene Wasser floß in das Innere durch eine in dem Umfassungsdeich des Zwischenbassins zwischen der Maschine und der Ablaßschleuse angebrachte Oeffnung zurück; als diese Oeffnung und die Schleuse geschlossen waren, wollte man am 7. Juni genau die Kraft der Maschine und die Höhe bestimmen, bis zu welcher sie das Wasser heben könne. In 38 Minuten wurde das Wasser von sechs Schaufelrädern mit zusammen $14^m0$ Breite, von $0^m50$ unter O. A (vergl. §. 30) bis zu einer Höhe von $0^m15$ über O. A, also mehr als $0^m65$ gehoben. Es wurden dann zwei Schaufelräder weggenommen, und die vier übrigen, $10^m0$ breit, hoben in 27 Minuten das Wasser um $0^m31$ höher, so daß es in dem Probebassin $0^m46$ über O. A stand. Die Maschine hob damals das Wasser bis beinahe auf $1^m0$. Da das Probebassin in dem ersten Falle eine Ausdehnung von 71348 Quadratmetern hatte, so folgt daraus, daß in 38 Minuten 46376 Kubikmeter Wasser oder 87,2 Kubikmeter pro Meter Breite der Schaufelräder in einer Minute gehoben wurden. Bei der Arbeit der vier Räder hatte das Probebassin 73438 Quadratmeter und die Menge des gehobenen Wassers belief sich auf 22766 Kubikmeter oder nach denselben Berechnungen auf 84,3 Kubikmeter pro Meter Breite der Schaufelräder in einer Minute.

Man beschloß hierauf die Maschine mehrere Tage hintereinander gehen zu lassen, um deren Bewegung zu reguliren und sich von dem Zustande derselben vor dem Winter zu überzeugen. Die neue Schleuse öffnete sich und das von der Maschine auf $0^m55$ gehobene Wasser wurde zum ersten Male in das Meer ergossen. Nach einigen Arbeitsstunden aber und während sich die Achse der Maschine erhitzt hatte, eine Schwierigkeit, die man noch nicht überwunden, brach der bewegliche Apparat, der diese Achse mit denen der rechtseitigen Räder verband, ohne daß indessen die auf der linken Seite Schaden litten, trotz der großen Geschwindigkeit, die ihnen im ersten Moment von der ganzen nach einer einzigen Seite hin concentrirten Kraft der Maschine mitgetheilt wurde. Man zog aus diesem Unfalle die nicht vorhergesehene Lehre, daß die Maschine nöthigenfalls mit fünf Schaufelrädern auf einer einzigen Seite arbeiten konnte. Am 20. August war der Apparat wiederhergestellt, indessen entdeckte man bald ein anderes Uebel; der durch den erwähnten Unfall veranlaßte Stoß hatte den, die Lager des ersten Schaufelrades tragenden Träger außerhalb des Mauerwerks geworfen, so daß er nicht mehr in Ordnung gebracht werden konnte und deßhalb durch eine schmiedeiserne Stütze ersetzt wurde. Am 11. October begann die Arbeit von neuem, wurde aber nochmals unterbrochen; aus Mangel an Raum für die Arbeiter konnte der erwähnte neue Apparat nicht die gehörige Festigkeit erhalten, weßhalb man ihn mit einer starken Umfassung von Schmiedeisen umschloß.

Digitized by Google

Inzwiſchen war der Umfangsdeich des Meeres hinter den Schleuſen von Rhijnland und Halfwege geſchloſſen worden; man mußte daher auf den Abfluß des Waſſers denken, der durch dieſe Schließung paralyſirt wurde; der Winter kam heran, und die Maſchine von Sparendam, welche die Beſtimmung hatte denſelben zu befördern, mußte, obgleich noch in unvollkommenem Zuſtande, weiter arbeiten.

Am 13. December 1845 begann ſie von neuem und arbeitete 85 Tage; doch war die Speiſung des Waſſers in den Keſſeln auf die Länge ungenügend; dennoch ſetzte man die Arbeit bis zum Februar 1846 fort, in welcher Zeit das linke Schwungrad am Centrum beſchädigt wurde; darauf mußte man die Keſſel reinigen und als dies geſchehen war, brach die obere Achſe der Luftpumpe. Man überwand freilich alle dieſe Hinderniſſe, doch mußte man die Maſchine zu oft unbeſchäftigt laſſen; ihre Bewegung blieb immer unregelmäßig und ohne viel erreicht zu haben, kam der Monat Mai, der Anfang einer beſſeren Jahreszeit heran, in der es nothwendig war, ſich auf eine wirkſame Weiſe gegen einen neuen Winter zu ſchützen. Bald erheiſchten Nebenſachen, bald Verzögerungen und die ſtets unregelmäßige Bewegung die ernſtlichſten Maßregeln. Obgleich die Probezeit für die Maſchine noch nicht aus war, entſchloß ſich die Commiſſion dennoch, dieſelbe unter ihre eigene Verwaltung zu nehmen.

Ein junger engliſcher Mechaniker im Dienſte der Commiſſion, Namens Husband, erhielt den Befehl, unter der Aufſicht des Ingenieurs Beyerinck die hauptſächlichſten Theile auseinanderzunehmen und zu unterſuchen, ob die durch das Centrum des Dampfcylinders und durch das Centrum der rechten und linken Schaufelräder gehenden Linien ſich gehörigermaßen in einem rechten Winkel und horizontal ſchneiden. Man hatte Urſache daran zu zweifeln. Der junge Ingenieur fand in Gegenwart der Maſchinenmeiſter von Sparendam und Leeghwater — die letztere ſchöpfte noch kein Waſſer aus dem See — dieſen Zweifel gerechtfertigt; die Achſen der Schaufelräder lagen in der That nicht in derſelben Linie, was doch zur regelmäßigen Bewegung ſo unumgänglich nöthig iſt; ſie lagen auf der einen Seite höher als auf der andern. Die Lager der Achſen wurden herausgenommen und berichtigt, und alles, was ſich darauf bezog, wurde gehörigermaßen verbeſſert. Das Mauerwerk hatte an den beiden Punkten, der eine rechts, der andere links, wo die Achſe der Maſchine mit der Achſe der Schaufelräder verbunden iſt, nicht die gehörige Stärke, um eine ſo große Laſt gehörig tragen zu können, weßhalb man es verſtärkte und es auf Koſten von 0m 66 der Breite des erſten Schaufelrades auf jeder Seite breiter machte, das alſo von 2m 50 auf 1m 84 vermindert wurde. Gleichzeitig verſtärkte man den Träger für die Supports der Balanciers der Luftpumpe. Obgleich dieſe und andere weniger wichtige Wiederherſtellungsarbeiten ſehr ſchnell ausgeführt wurden, ſo ließ man doch dem neuen Mauerwerk ſo lange Zeit ſich zu ſetzen und ſich zu conſolidiren, bis das Waſſer des Rhijnlandes das Arbeiten der Maſchine am 26. November 1846 verlangte. Die Commiſſion hatte das Vergnügen, ihre Bemühungen von dem beſten Erfolge gekrönt zu ſehen; die lange Liſte der Unglücksfälle und Widerwärtigkeiten wurde geſchloſſen und von dieſem Moment an begann der regelmäßige, ununterbrochene Gang der Maſchine, die von jener Zeit an ſo mächtig zur Beſchleunigung der Austrocknung beigetragen hat, ohne daß ſie noch fernern Reparaturen unterworfen war.

Ein einziger Unfall, im Auguſt 1848, muß noch erwähnt werden. Ein unaufmerkſamer Mechaniker hatte es in dem Moment, wo der für einen Augenblick unterbrochen geweſene Gang der Maſchine wieder beginnen ſollte, verabſäumt, ein an dem Boden des Dampfcylinders angebrachtes Rohr zu öffnen, um den letztern von dem darin angeſammelten Waſſer zu befreien; der durch dieſes Waſſer an der Ausführung ſeines Stoßes verhinderte und mit ſeinem ganzen Gewicht darauf laſtende Kolben drückte den untern Deckel des Cylinders ein und brach ihn in zwei Stücke; indeſſen eine Woche ſpäter konnte die Maſchine wieder arbeiten.

Wenn die Maſchine noch etwas zu wünſchen übrig ließe, ſo wäre es eine gleichmäßigere Bewegung. Die Achſen der Schaufelräder werden ohne eine intermediaire Rotation in Bewegung geſetzt; man wollte keine ſolche anbringen, um die davon unzertrennbare große Friction weniger fühlbar zu machen. Da nun die Räder im Intereſſe einer guten Arbeit pro Minute nicht mehr als 6 bis 7 Umgänge zu machen brauchen, ſo können die Achſen der Maſchine und die daran angebrachten Schwungräder auch nicht mehr zurücklegen. Nach der Größe und dem Gewicht der Felgen dieſer Schwungräder iſt die Geſchwindigkeit ihrer Bewegung nicht ſtark genug, um den Gang der Maſchine gänzlich zu reguliren; am Ende einer jeden Umdrehung ſcheint ſie ſich merklich zu ſchwächen. Es gäbe wohl einige Mittel dieſen geringen Uebelſtänden abzuhelfen, es würden aber die dafür aufgewendeten Mühen und Koſten nicht im Verhältniß zu den Reſultaten ſtehen, denn der etwas ungleiche Gang der Maſchine iſt nicht hindernd und äußert wenig Wirkung auf die zu hebende Waſſermaſſe.

Digitized by Google

Von dem Anfange ihrer Thätigkeit an bis zur geschehenen Austrocknung des Sees, im Juli 1852 (159), hat die Maschine 923 Millionen Kubikmeter Wasser aus dem Bassin des Rhijnlandes aufgemahlen und in das Meer befördert; die Zahl der Arbeitsstunden betrug 13000; an Kohlen wurden bis zum Monat Juli 1852 die Quantität von 6800000 Kilogr., folglich beiläufig 600 Kilogr. pro Arbeitsstunde und 14400 Kilogr. pro Tag consumirt.

Die Kosten der Maschine von Sparendam mit Einschluß aller Veränderungen und Reparaturen bis zu dem Moment, wo sie sich in gutem Zustande befand, beliefen sich auf 221398 Gulden. Rechnet man dazu die Kosten für die große Schleuse über das Y behufs des Abflusses des von der Maschine gehobenen Wassers, und einige andere Nebenwerke, so erhält man eine Summe von 328898 Gulden.

Der Umfangskanal und der Umfangsdeich (94). — 140. Im §. 102 wurde gesagt, daß im October 1843 noch mehrere Verbindungskanäle mit dem See offen wären; wenn man diese Oeffnungen ausnimmt, so war die Umdeichung zum großen Theil vollendet; man konnte binnen 5 Monaten diese Oeffnungen schließen; der geringe Fortschritt des Leeghwater machte diese Arbeit unnütz, und seit jener Zeit verhinderten es administrative Förmlichkeiten, so daß die Schließung erst 4 Jahre später stattfand (144 u. f. f.).

Man beschränkte sich also im Jahre 1844 mit 5 Adjudicationen (XXXIX, XLI, XLII, XLV u. XLIII) von Arbeiten zur Fortsetzung des Ringdeiches durch einige der noch bestehenden Oeffnungen, wovon die eine bedeutend war, nämlich die, welche zur directen Verbindung zwischen dem See und den Schleusen von Halfwege diente (XLIII).

Zu Gunsten der Verwaltung des Rhijnlandes war bestimmt worden, daß dieses letzte Werk im Jahre 1845 zurückgegeben werde, wie es auch wirklich stattfand. Diese Verwaltung fürchtete das gänzliche Schließen des Sees, was eine totale Veränderung in dem hydraulischen Zustande ihres Districtes hervorbringen könnte. Inzwischen war diese Veräuderung nicht sehr wesentlich.

Man hatte zu den Adjudicationen, um die es sich handelt, noch einige andere Arbeiten hinzugefügt, nämlich Anfhöhung des Umfangsdeiches an den Stellen, wo er sich gesetzt; Beseitigung einiger in dem Ableitungskanal gelassenen Fangdämme; Herstellung einer Fahrt für die Passage dieses Landes an der Amsterdamer Seite; Verbreiterung einiger Schifffahrtskanäle bei ihrer Mündung in diesen Kanal.

Im Jahre 1845 gab man nur die Beseitigung der Untiefen in Arbeit, die sich durch niedergelegten Schlamm und leichten von der Sohle sich abgelösten Torf gebildet hatten (LII); die Ausgaben dafür beliefen sich nur auf 4000 fl.

Im Jahre 1846 wurde eine ähnliche Arbeit und eine neue Aufhöhung des Deiches (III) für 6250 fl. ausgeführt, worin die einzige Thätigkeit in diesem Zeitraume bestand.

Erst am Ende des Jahres 1847 konnte man die Schließung der drei letzten, mehr tiefen als breiten Oeffnungen des Umfangsdeiches in Angriff nehmen, und zwar die beiden südlich und östlich für 48200 fl. (XLVIII), die nördliche für 12200 fl. (XLIX) mit Einschluß einiger Nebenarbeiten. Die Anschläge dazu waren schon im J. 1845 gemacht worden, und es war also eine große Verzögerung entstanden, deren Gründe später angegeben werden. Durch die Ausführung dieser drei Arbeiten war nun der See im Mai 1848 definitiv geschlossen, so daß die Ausschöpfung des Wassers aus demselben begonnen werden konnte.

Man mußte indessen mehr als einmal den Umfangskanal von dem Torf, der sich von seiner Sohle abhob, oder von dem Schlamm befreien, der sich dort abgelagert hatte, besonders an den Stellen, die in Verbindung mit dem minder tiefen Wasser standen, dessen Schlamm angezogen wurde; ganz besonders war dies der Fall nächst den Schleusen von Halfwege und an der Mündung des Spaarneflusses. Diese Arbeiten, deren Kosten sich noch auf 19098 fl. beliefen (LXVII, LXXII, LXXXIII* und XCV), müssen hier als zum Umfangskanal gehörig erwähnt werden.

141. Es haben also alle Umfangswerke des Sees, der Umfangsdeich und der Abzugskanal 1938328 fl. gekostet. Ihr Umfang ist durch 59 in Entfernungen von 1000$^{m}$0 gestellte Pfähle längs des Deiches bezeichnet, und es fängt Nr. 1 östlich des Leeghwater an, während Nr. 59 in einer Entfernung von 596$^{m}$0 westlich von derselben Maschine steht. Der Umfang beträgt also 59596$^{m}$0 oder eilf Wegstunden. Der Kanal nebst dem Damme kostete 32,52 fl. pro laufenden Meter. Die Oberfläche des Kanals ist 266 Hectaren und die des Deiches mit seinen Böschungen und Ufern außerhalb bis zum Kanal, innerhalb bis zum Graben, der ihn auf seinem Lauf von den Ländereien des Polders trennt, 412 Hectaren.

Der aus dem Abtrage des Kanals gebildete Deich besteht zum Theil aus Torf an jenen Stellen, wo der Kanal durch Torfmoore geführt wurde. Dieser stets am Grunde sich vorfindende Torf wurde zur Dammkrone verwendet, woher auch die häufigen Brände dieser Krone entstehen;

Digitized by Google

ein Funken, eine Cigarre, die aus Bosheit oder Unvorsichtigkeit darauf geworfen werden, verursachen häufig Feuer, denn die Krone ist durch die Sonnenhitze getrocknet und zerrissen, und nicht immer war es leicht dasselbe zu löschen; es sind Fälle vorgekommen, wo man dazu 40 Arbeiter gebrauchte und 100 fl. dafür ausgeben mußte. Indessen ist die Gefahr in der Wirklichkeit nicht sehr groß, denn bei einer gewissen Tiefe verhindert die Feuchtigkeit des Bodens das Eindringen des Feuers in denselben, und außerdem bedeckt sich dieser der Luft ausgesetzte Torf mit Pflanzen und Gras, und je mehr er sich zu vegetabilischer Erde verwandelt, je weniger Nahrung findet auch das Feuer. Der von solchem Feuer an mehreren Stellen seiner Oberfläche angegriffene und geschwächte Deich an den verschiedenen Orten, wo sein Fuß nichts als Schlamm und weiche Erde war, mußte oft zu seiner ursprünglichen Höhe ausgebessert werden und scheint, so viel man es beurtheilen kann, immer mehr und mehr Consistenz zu gewinnen, obgleich nicht überall jene Durchsickerung des Wassers verhindert werden konnte, welche bei allen Entwässerungsarbeiten im Anfange unvermeidlich ist.

Man bemerkt freilich an der Seite des Spaarne, wie eine große Wassermenge unaufhörlich einen Durchgang sucht, was aber darin seinen Grund zu haben scheint, daß der Damm weiter unten, selbst unter dem Ableitungskanal, durch eine mit Muscheln gemischte Sandschicht geht, die man antraf, als die Fundamente der Maschine von Cruquius gegraben wurden, wovon später die Rede sein wird (154).

Dieses Phänomen ist deßhalb merkwürdig, daß die Fischbehälter und die Gruben der nächsten Umgebungen des Sees seit der Entwässerung häufig bis zu einer größeren Tiefe hinuntergehen als die Sohle des Abzugskanals. Es ist anzunehmen, daß eine Durchsickerung dieser Art, die übrigens auf eine große Ausdehnung sichtbar ist, durch dieselbe Ursache nach und nach vermindert werden wird, durch welche jeder Filtrirapparat eine Verstopfung erleidet, nämlich durch den Niederschlag des Schlammes und anderer Körper, denn diese Sand- und Muschelschichten, welche das Wasser gegenwärtig durchlassen, sind in der That nichts anderes als eine natürliche Filtrirmaschine im Großen. In jedem Falle ist es sicher, daß die sichtbare Durchsickerung, um die es sich handelt, und andere von unbekannten Quellen entstehende auf die Entwässerung einen nachtheiligen Einfluß ausübten (160).

Der Schiffszug. — 142. Als einmal alle Zugänge des Sees geschlossen waren, mußte sich die auf dieser großen Wasserfläche stets sehr lebhaft gewesene Schifffahrt einen andern Weg suchen. Die Schiffe mußten von nun, anstatt mit gutem Winde den kürzesten Weg zu nehmen oder gegen den Ort ihrer Bestimmung lavirend, dem Umfangskanal nach allen seinen Biegungen folgen und bei contrairem Winde Pferde zum Ziehen der Schiffe verwenden. Die Anlage eines Leinpfades, sonst ein Gegenstand von geringer Wichtigkeit, wurde für eine Länge von 11 Wegstunden auf einem neuen und beweglichen Terrain sehr schwierig, denn er mußte sorgfältig beschottert werden. Man gab ihm eine Breite von 1m50 und richtete ihn so ein, daß er durch eine einfache Verbreiterung ganz fahrbar werden konnte. Er wurde im J. 1844 für die Summe von 57200 fl. in Verding gegeben (XXXVIII), doch waren in dieser Summe einige geringe noch unvollendete Theile des Deiches nicht mitinbegriffen. Mit diesem Wege stand in Verbindung die Vollendung des Leinpfades längs dem Spaarne, die Herstellung einer Fähre am Ende dieses Weges zum Uebergang der Pferde über den Umfangskanal, und der Bau eines Häuschens für den Fährmann (XLIV). Aehnliche Fähre und Wohnung waren an der Amsterdamer Seite (140) schon hergestellt worden. Zum Leinpfade gehörte auch noch die Aufstellung von 40 Abweisepfählen mit Rollen zum Schutz der vorspringenden Punkte des Deiches gegen die Zugleinen (LI).

Als der Weg vollendet war, mußte man den Verkehr auf demselben sichern. Die Commission suchte im J. 1845 den Leinpfadzoll nach einem Reglement und einem Tarif zu verpachten, doch fanden sich keine Concurrenten und es wollte sich Niemand ohne eine starke Entschädigung mit dieser Angelegenheit befassen. Eine solche wurde aber nicht bewilligt, denn wenn einerseits die Schifffahrt gezwungen war, dem längsten Weg zu folgen, so war sie anderseits auch keinen Stürmen ausgesetzt. Vormals hielten Gegenwinde die Schiffe ganze Tage zurück, jetzt aber vermochten dieselben durch Ziehen immer vorwärts gebracht zu werden. Da man also einen Zustand herbeigeführt, welcher dem vorigen mindestens gleich kam, so glaubte man auch nicht neue Opfer bringen zu müssen, um den Schiffszug noch mehr zu sichern, und man überließ ihn daher der freien Ausübung eines Jeden, natürlich unter der Bedingung der Befolgung eines Reglements zur Aufrechthaltung der Ordnung. Man bewilligte den Theilnehmern die Erlaubniß, längs des Umfangsdeiches Wohngebäude und Pferdeställungen zu errichten, und es wurde ihnen zu diesem Behufe das nothwendige Terrain vermiethet. Es entstanden auch in schneller Weise 12 verschiedene solche Etablissements inner-

Digitized by Google

halb des Umfangskanals; außerdem noch einige andere außerhalb, ohne aber, daß sich die Commission um die letzteren bekümmerte. Die Eigenthümer eines Etablissements führten ihre Pferde an die Orte, wo sie wußten, daß die durch den Wind behinderten Schiffe ihre Hülfe nöthig hatten. Die Concurrenz sichert also diesen Dienst zu mäßigen, oft sogar zu den niedrigsten Preisen.

Der Contract mit der Verwaltung des Rhijnlandes. — 144. Die Commission hatte seit 6 Jahren unaufhörlich mit der Verwaltung des Rhijnlandes über Anlagen von höherer Wichtigkeit verhandelt, von der sie die Anlage von Wasserbauten verlangte, wodurch die innere Bewirthschaftung geändert würde. Sie wollte natürlicher Weise eben so verfahren als die Zeit gekommen war, die letzten Oeffnungen in dem Umfangsdeich zu schließen; eine Arbeit von größter Wichtigkeit, weil dadurch plötzlich das immense alte Reservoir oder Bassin des Rhijnlandes in ein neues sehr beschränktes verwandelt wurde. Die Verwaltung des Rhijnlandes wollte in ihrer Vorsicht mit der Regierung einen Contract mit mehreren Bedingungen und Vorbehalten abschließen; außerdem erklärte sie ihre Zustimmung zur definitiven Schließung des Sees nur nach der Genehmigung dieses Contractes ertheilen zu wollen. Diese Genehmigung wurde von der Regierung erst nach zweijährigen Verhandlungen im Juli 1847 durch eine königliche Ordre gegeben, welche die Commission autorisirte, den Contract zu unterzeichnen, jedoch mit dem ausdrücklichen Vorbehalt, daß er keine Verletzung der Rechte und der höhern Beaufsichtigung über die Wasserbauanlagen enthalte, die dem Könige nach dem Gesetze zustehen.

Die Kenntniß dieser beiden Actenstücke ist vielleicht nicht ohne Interesse für diejenigen, welche nur einen unvollkommenen Begriff von den Schwierigkeiten haben, die durch den Contract der Ausschöpfung des Sees in den Weg treten, und wie sehr die Regierung dieses Landes, selbst bei den interessantesten Werken, über die Rechte und die Anforderungen der Wasserbauverwaltungen wachen muß *).

145. Die verzögerte Unterzeichnung des Contractes verspätete auch in bedauenswerther Weise die Entwässerung; erst nach der Vollziehung desselben durfte die Commission an die Adjudication der letzten Schließungsarbeiten denken, welche wenigstens eine Zeit von drei Monaten zu ihrer Vollendung erforderten. Inzwischen näherte sich der Herbst und die Gewässer stiegen in dieser regnerischen Zeit, und schloß man nun den See bei einem höheren Wasserstande, so legte man sich die Nothwendigkeit auf, durch die Maschine diejenige Wassermasse auszuschöpfen, welche von selbst abfließen sollte, wenn man den See bis zum Frühjahre offen ließ, in welcher Zeit er den niedrigen Stand erreichte. Man mußte daher in Geduld das folgende Frühjahr abwarten.

*) Folgendes sind die Hauptmomente dieses Contractes, der mit der Verwaltung des Rhijnlandes bei der definitiven Schließung des Sees abgeschlossen wurde: Die Commission wacht darüber, daß das Bassin des Rhijnlandes in den Monaten November, December, Januar und Februar sich nicht höher als 0m35, im April, Mai, September und October 0m45, im Juni, Juli und August 0m57 — O. A. erhebe. Ausnahmen sind nur in den dringendsten Fällen gestattet. Wenn in Folge der Entwässerung von den Schleusen von Halfweg in dem Meeresarm Y) Verlandungen in der Art entstünden, daß der Abfluß des Wassers behindert würde, so wird die Regierung in den ersten 20 Jahren Maßregeln dagegen ergreifen. Die Unterhaltung des Umfangskanals und seiner Brücken geschieht unter Aufsicht der Verwaltung des Rhijnlandes auf Kosten des Polders. Die Maschine zu Sparendam muß mit ihrer ganzen Kraft arbeiten, wenn das Bassin das oben erwähnte Niveau erreicht hat und selbst wenn es noch 0m05 in dem Falle steht, daß während der Austrocknung die Schöpfmaschinen arbeiten, oder die Mühlen des Rhijnlandes mit starkem West- und Nordwind gehen. Wenn indessen alle diese Mittel unwirksam wären, um einen gehörigen Abfluß zu verschaffen und das Bassin des Rhijnlandes zu viel Wasser hätte, ohne sich desselben schnell entledigen zu können, so hat die Commission ohne Verzug zu andern Mitteln zu greifen, und im Falle diese nicht helfen sollten, wird während der Entwässerung das Ueberwasser in den See so lange geleitet werden, bis das Bassin im Winter den Stand von 0m30 und im Sommer den von 0m45 — O. A. erreicht hat. Nach vollendeter Entwässerung werden alle Hülfsmittel, Maschinen und Ableitungsanlagen Eigenthum des Rhijnlandes und werden von demselben unterhalten. Das auszuschöpfende Wasser und später das ausgehobene Wasser zum Trockenhalten des Polders werden in das Bassin des Rhijnlandes geleitet. Die Orte für die Maschinen werden in Gemeinschaft mit der Verwaltung des Rhijnlandes bestimmt. Während der Dauer der Ausschöpfung oder bis die trocken gelegten Ländereien beginnen dem Rhijnlande die jährlichen Gebühren zu zahlen, werden die Maschinen ihre Arbeit einstellen, sobald das Bassin des Rhijnlandes höher als 0m275 — O. A. im Winter und 0m57 im Sommer steht. Nach der Trockenlegung des Polders wird derselbe als ein Polder des Rhijnlandes nördlich des Rheins betrachtet. Die Commission verpflichtet sich, die Werke oder Maschinen herzustellen, welche nothwendig sind, dem Bassin des Rhijnlandes das erforderliche Süßwasser zu liefern, wenn dessen Niveau in trockenen Jahreszeiten unter 0m80 — O. A. gesunken sein sollte. Aufstellung eines Pegels und eines Beamten zur Beobachtung desselben während der Entwässerung.



Digitized by Google

Im §. 140 wurde erwähnt, daß die Schließung im Anfang des Monats Mai 1848 so weit vorgerückt war, daß die Maschine Leeghwater ihre Arbeiten beginnen konnte. Diese Maschine war seit dem Monat November 1845 bereit, und ohne die Langwierigkeiten des Contracts hätte der See damals geschlossen sein können; man verlor also viel Zeit und die hauptsächliche Ursache dieser Verzögerung war die Ungewißheit, in der sich die Regierung befand, ob sie die Schließung durch Contract oder mittels königlichen Befehls regeln sollte oder nicht.

Dieser Contract wurde auf verschiedene Art beurtheilt; wir unterlassen hier eine Analyse desselben und machen die Fremden nur auf dieses merkwürdige Document aufmerksam, das ihnen beweisen wird, wie die Wasserbau-Angelegenheiten Gegenstände der höchsten Wichtigkeit in Holland sind, wo man wegen eines halben Centimeters Wasser mehr oder weniger wie um eine Staatsfrage verhandelt.

Der Leeghwater (127 ꝛc.). — 146. Im §. 135 wurde gesagt, daß das Gebäude des Leeghwater im Frühjahre 1844 so weit vorgeschritten sein würde, daß die Maschine aufgestellt werden könnte.

Das Gebäude war bereit (XXVIII), die $1^m82$ breiten, $9^m75$ langen Kessel und die $10^m0$ langen, je 10000 Kilogrammes wiegenden Balanciers waren von der Fabrik van Blissingen in Amsterdam (XXVIII$^b$) geliefert worden, was aber mit der eigentlichen Maschine nicht der Fall war, die in England erbaut wurde (XXVIII$^a$). Die Commission hatte wie gewöhnlich eine Strafe für jeden Tag der Verzögerung der Ablieferung festsetzen wollen; die englischen Fabrikanten konnten in Holland keine Bürgen für einen Contract finden, der einen nicht vorher zu bestimmenden Verlust nach sich ziehen könnte. Es wurde daher das Uebereinkommen getroffen, daß die Strafe 12000 fl. nicht übersteigen sollte, daß aber die Commission das Recht habe sie ganz aufzuerlegen, sei die Verzögerung auch noch so unbedeutend; ein offenbarer Beweis, daß die Fabrikanten an keine Verzögerung dachten. Indessen gelangten die ersten Theile der Maschinerie erst am Ende 1844 an Ort und Stelle, obschon die Fabrikanten bereits lange vorher den Ingenieur Husband abgesandt hatten.

Die ersten Versuche mit der Maschine konnten erst im Monat September 1847 stattfinden; es waren also die von den Engländern veranlaßten Verzögerungen sehr bedeutend; alles aber, was von England abgeliefert wurde, war vollkommen. Mehrere Bestandtheile waren von nie gekannter Größe, wie z. B. der Dampfcylinder der größte in der Welt existirende ist, der aus einem einzigen Stück besteht und mit seltener Genauigkeit bearbeitet wurde.

147. Die Aufstellung der Maschine war eine sehr schwierige Arbeit; die der Kessel und der Balanciers fand unter der unmittelbaren Leitung der Commission statt. Es mußte ein starkes Gerüst errichtet werden, um die Balanciers auf die gehörige Höhe zu ziehen, dann mußten sie an einen eisernen auf Rails am obern Theil des Thurmes laufenden Schlitten gehängt werden, und endlich mußte man sie so aufgehängt in ihre Einschnitte führen und sie auf ihre Lager legen. Von den Marine-Etablissements mußte man Taue und Flaschenzüge requiriren, um diese schweren Maschinentheile aus den Schiffen zu ziehen, die am Fuße des Thurmes lagen, und zu allen diesen Operationen hatte man keine andern Stützpunkte als Wasser und ganz frisch errichtete Mauern.

Die Aufstellung des immensen Cylinders und aller von England gekommenen Pieces mußte von den englischen Fabrikanten besorgt werden. Dieser Cylinder mit einem Durchmesser von $3^m65$ bei $3^m95$ Länge, ein einziges Stück bildend, wog 22000 Kilogrammes. Der Trog für den Ballast am obern Theile der Kolbenstange, ebenfalls nur ein Stück, hatte ein Gewicht von 22000 Kilogrammes. Die 11 Pumpencylinder, $5^m80$ lang, $1^m60$ breit, wogen je 6200 Kilogrammes; da sie lange Zeit horizontal gelegen, hatten sie sich durch ihr eigenes Gewicht niedergedrückt und $^1/_4$ Centimeter von ihrer vollkommen kreisrunden Form verloren, die sie erst wieder annahmen, nachdem sie eine längere Zeit in umgekehrter Lage gelegen hatten. Wenn der Cylinder zur rechten Zeit bereit gewesen wäre, so hätte man ihn vor Vollendung des Mauerwerks aufstellen können, worauf man auch gerechnet hatte; jetzt mußte man in den Mauern des Thurmes eine gewölbte Thür von der Breite des Cylinders anbringen, und man rechnete darauf ihn in senkrechter Stellung einzuführen; später aber fand man es nothwendig, ihn horizontal rollend hinein zu bringen; da er aber länger als breit war, so mußte man die Thür breiter machen. Auf solche Weise mußte man sich helfen, um die verschiedenen großartigen Maschinentheile in den bereits fertigen Bau hineinzuschaffen.

148. Im Monat September 1845 konnte man endlich die ersten Versuche mit der großartigen Maschinerie machen. Es war ein peinlicher, aber erhabener Moment, als der zum erstenmale in Bewegung gesetzte Koloß seine Arbeit begann, freilich in noch unvollständiger Art; was

Digitized by Google

bisher nur in der Idee des Menschen gelegen, sah man nun verwirklicht; diese plötzlich belebte Masse bot unsern Blicken in ihrer prachtvollen Gesammtheit ein großartiges Schauspiel, das sich in majestätischer Weise entwickelte. Bisher war der Leeghwater nur ein Versuch gewesen, und nun sah man den Versuch gelungen. Die Commission betrachtete mit unaussprechlichem Vergnügen die Frucht ihrer gewagten Arbeit. Im §. 120 wurde bemerkt, warum sie sich einen neuen Weg bahnen und etwas erschaffen mußte, was nirgends bestand; was wäre die Folge gewesen, wenn der Versuch nicht gelungen wäre? Die Commission wäre blamirt und verkannt, eine halbe Million Gulden umsonst verausgabt worden, die Entwässerung hätte sich hinausgeschoben!

Indessen mußten noch andere Proben mit der Maschine gemacht werden. Es ist bekannt, daß jede große neue Dampfmaschine eine gewisse Zeit beansprucht, bevor sie in ihren regelmäßigen Gang kommt, und es wird daher keinem Fachmann auffallend erscheinen, wenn wir bemerken, daß diese kolossale Maschine, die auf einem von allen Ressourcen fern gelegenen Ort aufgestellt werden, mehr als die gewöhnliche Zeit gebrauchte, um in jedem Punkt adjustirt zu sein. Manchmal verflossen ganze Wochen, bevor irgend ein Fehler ausgebessert, bevor irgend eine Verbesserung aufgefaßt und ausgeführt werden konnte. Schon bei den ersten Versuchen zeigte sich ein ernstes Hinderniß in der Bewegung des großen, den Ballast enthaltenden Troges, welcher, auf seine größte Höhe gehoben, durch den im §. 131 angegebenen Apparat nicht gehörig zurückgehalten werden konnte, sondern plötzlich 2 Decimeter zurückfiel, bevor sich das Gleichgewichtsventil öffnete, und auch bevor sich die Ventile oder Klappen der Pumpenkolben hätten schließen können; es entstanden dadurch heftige Stöße, welche das ganze Gebäude erschütterten und nach und nach alle Ketten der Pumpenkolben zerbrachen, obgleich diese auf eine Spannung von 4000 Hectoliter erprobt worden waren; ihr Bruch veranlaßte das heftige Zurückfallen der Kolben auf die Ventile am Boden der Pumpen. Es mußte daher der Apparat so verbessert werden, daß jeder gefährliche Fall des großen runden Troges vermieden wurde; im §. 155 finden wir eine Beschreibung dieses verbesserten Apparates.

149. Diese Hindernisse wurden endlich alle gehoben, und der Leeghwater wurde aus einer Probemaschine eine Mustermaschine. Am 6. November 1845 hatte ich mit dem Oberingenieur Beyerinck das Glück, dem in Begleitung seiner Söhne erschienenen König Wilhelm die Maschine in voller Thätigkeit zu zeigen. Sie wurde freilich noch nicht zur Ausschöpfung des Sees verwendet, die erst im Jahre 1848 begann, durch ein künstliches Arrangement aber hatte man rings um die Maschine in der Grube, worin ihre Fundamente standen, einen eben so niedrigen als den künftigen Wasserstand des Polders, d. h. auf $5^m0$ — O. A. hergestellt, und seit dieser Zeit hatte man die Ueberzeugung gewonnen, daß der Leeghwater die von ihm erwarteten Resultate übertroffen hatte.

Nach §. 132 waren 11 Pumpen aufgestellt worden, um sie nach Maßgabe, als das Wasser auf eine größere Tiefe ausgeschöpft werden sollte, so zu vermindern, daß am Ende deren nur 3 in Thätigkeit waren; bei dieser Gelegenheit aber sah man die 11 Pumpen mit einemmale das Wasser aus der größten Tiefe des Sees schöpfen. Im §. 133 wurde das Gelingen der Wirkung des doppelten Cylinders noch als zweifelhaft betrachtet; nun aber entsprach der doppelte Cylinder den gehegten Hoffnungen gänzlich; das, was in dem erwähnten §. als möglich gedacht war, daß man nämlich die Anwendung einer größeren Anzahl von Pumpen vorziehen würde, jedoch mit geringerer Geschwindigkeit als 10 Hübe pro Minute, fand sich vollständig verwirklicht; man verwendete die 11 Pumpen mit 6 oder 7 Hüben pro Minute. Es war wohl im §. 132 von 10 Hüben pro Minute mit 3 Pumpen und 200 Pferdekräften, oder aber, wenn der doppelte Cylinder entspräche, mit 6 Pumpen und 350 bis 400 Pferdekräften die Rede, wir zogen aber später das vor, was vorgezogen zu werden verdiente, nämlich „weniger Geschwindigkeit, aber mehr Pumpen", selbst alle Pumpen mit einemmale.

Das Einzige, was man nicht erreichte, war 10 Hübe pro Minute mit 11 Pumpen im Anfange, als es sich nur noch um eine geringe Hebung des Wassers handelte (133).

Als König Wilhelm II. den Leeghwater besuchte, hob diese Maschine mit 7 oder 8 Hüben pro Minute und ihren 11 Pumpen 66 Kubikmeter Wasser pro Hub aus der Tiefe von $5^m0$—O. A., d. h. aus derjenigen Tiefe, welche der Wasserstand des Polders im Sommer haben muß, bis $0^m45$—O. A., den damaligen Wasserstand des Sees wie aller Gewässer des Rhinlandes außerhalb der Polder. Der Leeghwater hob also seine 66 Kubikmeter Wasser auf eine Höhe von $4^m55$. Zieht man nun $^1/_{10}$ Verlust ab, so bleibt ein wirkliches Product von 60 Kubikmetern pro Hub. Später haben wir der Vorsicht wegen die Geschwindigkeit im Allgemeinen auf 7 Hübe pro Minute reducirt.

150. Der Leeghwater war also am 6. November bereit, mußte aber noch $2^1/_2$ Jahre hindurch unthätig blei-



Digitized by Google

den und die Schließung des Sees abwarten, bis er im Mai 1848 seine Arbeit in dem Moment begann, wo der See bei einem Wasserstande von 0m 65 geschlossen wurde.

Während dieser 2½ Jahre wurde die Maschine jeden Monat einen Tag in Bewegung gesetzt, um sie in gutem Stande zu erhalten, die Mechaniker zu üben und dem Publicum Gelegenheit zu geben diesen neuen und riesenhaften Bau zu sehen.

Im §. 159 u. f. f. finden wir eine Uebersicht von der Thätigkeit des Leeghwater und der beiden nach ihm erbauten Maschinen nebst den Resultaten in Betreff der Ausschöpfung des Sees. Man wird dort auch einige Eigenthümlichkeiten und einige Unfälle angeführt finden, welche im Laufe der Entwässerung vorkamen, und wird den Zustand der Maschine im Juli 1852 kennen lernen als der See trocken lag.

Seit ihrer Gründung hat die Maschine einige Veränderungen erlitten und über den Eingang wurden zum Andenken an die Grundsteinlegung zwei Inschriften angebracht. Was die Veränderungen betrifft, so ist außer den im §. 148 angegebenen und derjenigen, von welcher im §. 155 die Rede sein wird, die einzige, welche angeführt zu werden verdient, diejenige, welche die Balanciers der Luftpumpe betrifft. Die Bewegung ihrer hintern von den Kupplungsstangen geführten Enden war nicht im rotirenden Princip; um eine unnütze Reibung und einen großen Verlust an Schmieröl zu vermeiden, wurde es angenommen.

Es ist noch zu bemerken, daß die runden eisernen Koffer, die man in der Zeichnung des Leeghwater (Seite 269) über dem Pumpenkolben sieht, ihre ursprüngliche Bestimmung niemals erfüllen. Hr. Lipkens hatte sie erfunden, mehr wie es scheint um Besorgnisse zu verscheuchen, die nicht die seinigen waren, als aus der Ueberzeugung, daß sie nothwendig sind. Da sie hermetisch geschlossen waren, so bestand ihr Zweck darin, daß sie, in Wasser eingetaucht und dasselbe verdrängend, die Geschwindigkeit der Pumpenkolben bei ihrem Niedergange mäßigen sollten. Die Erfahrung lehrte, daß dieses Remedium unnütz ist; die Hauben wurden zu einem entgegengesetzten Zweck benutzt, denn während der ersten Periode der Ausschöpfung hängte man sie mit Ballast angefüllt an die Enden der Pumpenbalanciers, um dem großen runden Troge so lange als Gleichgewicht zu dienen als dieser letztere noch zu schwer war für die Wasserlast, welche anfänglich nur auf eine geringe Höhe gehoben werden durfte.

Der Cruquius und der Lijnden. — 151. Nach der Kraft des Leeghwater (149) wäre im Nothfalle eine einzige solche Maschine hinreichend gewesen. Indessen für eine so ungeheure Wassermasse, für einen so großen Polder nur zwei Abflüsse zu haben, wo alles Wasser hinfließen muß und im Falle der Beschädigung der einen Maschine nur auf den Gebrauch einer einzigen beschränkt zu sein, erschien doch als ein zu großes Wagniß; die Vorsicht erforderte die Construction zweier Maschinen nach Art des Leeghwater und die Vornahme solcher Amelierationen, wie sie die Erfahrung gelehrt hatte.

Die Commission beschäftigte sich daher sogleich nach dem Gelingen des Leeghwater mit den Plänen zu zwei neuen beinahe ähnlichen Maschinen, die eine für den nordwestlichen Theil des Sees mit der Ausgießung durch den alten Fluß Spaarne, die andere am nördlichen Seeufer nächst einem kleinen See, das Lütke Meer genannt, in der Nähe von Amsterdam (Blatt 648).

Der Leeghwater hatte seinen Namen zum Andenken des Ingenieurs erhalten, welcher im Jahre 1643 den ersten Plan zur Entwässerung kundgab; eben so sollte die nordwestliche Maschine den Namen Cruquius zu Ehren eines Directors der Wasserbauten der Rhijnlandverwaltung bekommen, welcher ein Jahrhundert später, im Jahre 1742, auf Anordnung dieser Verwaltung einen neuen Plan ausgearbeitet hatte, in welchem zum erstenmale der im Jahre 1806 ausgeführte Ableitungskanal bei dem Dorfe Katwijk zur Sprache kam. Der Name Lijnden für die dritte Maschine war eine Huldigung für den würdigen Baron von Lijnden de Hemmen, welcher beiläufig wieder ein Jahrhundert nachher der Verfasser einer ausgezeichneten Abhandlung und neuer Pläne war, in denen zum erstenmale die Anwendung der Dampfmaschine empfohlen wurde. Sein hohes Alter verhinderte ihn an der Theilnahme der Ausführung der von ihm begünstigten Entwässerung; der Tod ereilte ihn vor der Errichtung des seinen Namen führenden Monuments; sein Sohn aber legte auf Verlangen der Commission am 24. Juni 1847 den Grundstein zu demselben.

152. Die Bestimmung der an dem Cruquius und dem Lijnden zu machenden Veränderungen, die Anfertigung der Pläne und Anschläge, die mit englischen und holländischen Fabrikanten abzuschließenden Verträge, alles das erforderte seine Zeit. Die Contracte mit den englischen Ingenieuren Harvey & Comp. und Fox & Comp. für den hauptsächlichsten Theil der Maschinerie konnten erst im Monat November 1846 (LVII[a]) unterzeichnet werden; die bezüglich der

Digitized by Google

Balanciers und der Keſſel mit van Bliſſingen & van Hell in Amſterdam kamen ziemlich um dieſelbe Zeit zum Abſchluß (LVII[b]). Der geſchickte Ingenieur Beyerinck richtete mit ſeiner gewohnten Umſicht nach den modificirten Maſchinen den Bau der dazu gehörigen Gebäude ein, die um dieſelbe Zeit in Entrepriſe gegeben wurden (LVII). Die Ueberwachung der Anfertigung und der Aufſtellung gehörte von Rechtswegen den engliſchen Ingenieuren Gibbs und Dean nach dem mit ihnen im Jahre 1842 geſchloſſenen Contracte, welcher außer den im §. 126 angeführten Bedingungen auch das Abkommen enthielt, daß wenn der Leeghwater gelänge, der Contract auch auf die übrigen Maſchinen anwendbar ſei.

153. Der Lijnden ſollte im Monat Mai, der Cruquius im Monat Auguſt 1848 beendigt ſein, aber die engliſchen Fabrikanten blieben von neuem im Rückſtande. Es iſt freilich wahr, daß nicht allein ein ſtrenger Winter und Krankheiten wie bei der Aufſtellung des Leeghwater, ſondern auch die politiſchen Ereigniſſe des genannten Jahres die Urſachen dazu waren. Der Lijnden konnte ſeine erſten Verſuche erſt im December 1848 machen, der Cruquius erſt im April 1849.

Die Verſuche des Lijnden dauerten lange Zeit und erſt gegen Ende des Frühjahrs 1849 konnte dieſe Maſchine regelmäßig gehen. Der Cruquius, dem die bei dem Lijnden gemachten neuen Erfahrungen zu Gute kamen, war in derſelben Zeit auch ganz fertig.

Am 19. April 1849 begannen die beiden Maſchinen ihre regelmäßige Arbeit zur Ausſchöpfung des Sees, deſſen Niveau durch den Leeghwater ſchon bis zu $0^m79$ — O. A. geſunken war, denn der See war ſeit dem Monat Mai 1848 geſchloſſen worden (140). In dieſer Zeit ſollte der Leeghwater die Ausſchöpfung allein beginnen (150) und man erwartete mit Ungeduld die Unterſtützung durch die beiden Maſchinen.

| | | |
|---|---|---|
| Die Koſten des Cruquius betrugen | . . | 554376 fl. |
| „ „ „ Lijnden „ | . . | 542239 „ |
| | Summa | 1096615 fl.*) |

154. Die Gebäude waren zur rechten Zeit vollendet, obgleich die Fundamentirung des Cruquius von ſehr ungünſtigen Umſtänden begleitet war. Bei der Errichtung des Leeghwater hatte man ein feſtes Terrain gefunden, in welchem die Fundamentirung nach der in Holland üblichen Bauweiſe auf einem mit ſtarken Bohlen gedeckten Pfahlroſt aufgeführt werden konnte (135). Bei dem Cruquius aber hatten früher gemachte Bohrungen ahnen laſſen, daß das Erdreich wegen ſeiner Beweglichkeit und die dasſelbe durchziehenden Waſſeradern ſehr unvortheilhaft war, und es fanden ſich dieſe Vermuthungen nur zu begründet. Die beiden Gruben für die zwei Maſchinen mußten bis zu einer Tiefe von $7^m50$ — O. A. ausgegraben und in derſelben eine Fläche von 130 bis $140^m0$ freigelegt werden, um den erforderlichen Raum für die nöthigen $11^m0$ langen Grundpfähle zu finden.

Bei dem Lijnden fand der Entrepreneur einen Grund von feſtem Torf, beinahe ohne alle Waſſerdurchſickerung, ſo daß zur Trockenhaltung der Baugrube ein von zwei Pferden bewegtes einfaches Paternoſterwerk genügte. Bei dem Cruquius dagegen fand er in der Tiefe von $6^m0$ eine Schicht Muſchelwerk, durch welche das mit beweglichem Sande gemiſchte Waſſer überall wie durch ein Sieb floß. Zur Gewältigung dieſes Waſſers errichtete man nach und nach und unterhielt Tag und Nacht drei Schöpfmaſchinen mit 60 Pferden und außerdem eine transportable Dampfmaſchine von 6 Pferdekraft; die Waſſerſtröme aber und der bewegliche Sand ſtürzten von allen Seiten hervor und zwar immer ſtärker bei zunehmender Tiefe, ſo daß die Böſchungen des um die Baugrube aufgeführten Dammes angegriffen wurden und den Einſturz drohten.

In dieſer kritiſchen Zeit (Juli 1847) eröffnete mir der ganz troſtloſe Entrepreneur auf dem Schloſſe Endegeeſt, daß er ſeine Arbeiten eingeſtellt habe, daß unüberwindliche Hinderniſſe die Entrepriſe unmöglich machten, daß er ſie daher aufgeben müſſe und man ihn davon befreien möge. Meine Antwort lautete: „Noch ſind nicht alle Mittel erſchöpft; der runde Damm bietet noch Raum für eine vierte Schöpfmaſchine und eine zweite transportable Dampfmaſchine; dem Verluſte des Dammes kann man vorbauen, wenn man am Fuße der Böſchungen die Grube mit einer runden tiefgehenden ſtarken Spundwand umſchließt. Sollten ſich dieſe Maßregeln unwirkſam zeigen, aber erſt dann, würde man die Ueberlegenheit einer höhern Macht anerkennen; bevor ſie aber von der Commiſſion nicht verſucht werden, könne die Commiſſion den Entrepreneur ſeiner Verbindlichkeiten nicht entbinden und das Aufgeben der Arbeiten von ſeiner Seite würde nur einen Proceß zur Folge haben. Wir ſeien jedoch erbötig, ihn durch die Zahlung von 10000 fl. zu unterſtützen, wenn er die Arbeiten fortſetzend ſofort die angegebenen Mittel, beſonders die Umſchließung

*) Vergl. Nr. LVII, LVII[a] und LVII[b] des angehängten Verzeichniſſes.

Digitized by Google

mit einer Spundwand, ins Werk setze." Der Entrepreneur zeigte sich hiermit einverstanden, und es wurde auf der Stelle ein Uebereinkommen geschlossen und schon am andern Morgen wurden die Arbeiten mit einer unvergleichlichen Kraft und Zähigkeit von neuem in Angriff genommen. Die vierte Schöpfmaschine kam an, die Spundwand wurde unter Beyerincks Leitung geschlagen, die Anzahl der Rammen wurde vergrößert, der Bürgermeister von Leyden sandte auf unser Verlangen binnen 24 Stunden 60 Mann zu unserer Hülfe und so sah man eine zweite und vollkommene transportable Dampfmaschine von 10 Pferdekraft, vier starke Paternosterwerke, 12 riesige Rammen, 450 Arbeiter und 83 Pferde in voller Thätigkeit. Die Böschungen und die Krone des die Grube umgebenden Dammes waren bedeckt mit Hütten, Stallungen, Materialien und Fourage; alles was sich bewegen konnte, war unter dem Ertönen fröhlicher Gesänge in Thätigkeit, und während man langsam, Decimeter für Decimeter, Herr des hervorströmenden Wassers wurde, erschallten fortwährend die Schläge der 12 Rammen, welche auf die Köpfe der enormen eichenen und tannenen Pfähle niederfielen.

Es war ein erhabenes Schauspiel, dieses rege, ununterbrochene, hartnäckige, dem Anscheine nach zusammenhanglose, in der That aber vollkommen geregelte Leben so vieler Menschen und Thiere zu betrachten, die auf einem so engen Raume in Wasser und Staub zusammengedrängt waren, bloß zu dem Zweck, die Wirkungen des natürlichen Gesetzes des Wassers, das nur sein Niveau wieder einnehmen wollte, für einen Moment zu unterdrücken. Der menschliche Geist siegte uber die Natur; ein fester Rost bedeckte bald die Köpfe der 1700 Piloten, wovon 1000 aus Eichenholz bestehen; fest ruhen die Mauern auf diesem Rost und der Cruquius erhebt sich majestätisch und ruhig über die Wogen des Sees.

155. Der Cruquius und der Lijnden, beide vollkommen gleich, unterscheiden sich von dem Leeghwater nur in einigen Nebensachen, keineswegs aber im Princip. Diese Modificationen sind ohne Zweifel Verbesserungen nach den gemachten Erfahrungen; indessen übertreffen die Copien das Modell kaum sowohl in den Bewegungen als in den Resultaten; sie arbeiten wie der Leeghwater mit Leichtigkeit ohne Geräusch, ohne Erschütterung des Gebäudes, mit Kraft und Herrlichkeit. Es ist nicht unsere Absicht eine wissenschaftliche Darstellung davon zu geben, doch dürfte es nicht unnütz sein, hier im Allgemeinen die hauptsächlichsten Differenzen gegen den Leeghwater anzugeben und einen allgemeinen Umriß des Ganzen zu geben (Blatt 749 und 750 und Seite 283 und 285).

Der §. 131 enthält bereits eine kurze Beschreibung von der Construction und der Bewegung dieser Art von Maschinen und es wäre daher unnütz hier dasjenige noch einmal anzuführen, was dort schon gesagt wurde; indessen wird irgend eine Wiederholung nicht vermieden werden können, um die interessantesten Theile zu zeigen, welche aus dem Durchschnitt der Maschine ersichtlich sind (Seite 283).

Die Maschinen haben zwei Cylinder c und C, deren kleiner c in dem größern aufgestellt ist. In diesem großen Cylinder und um den kleinen bewegt sich der ringförmige Kolben Z. Der große für den Ballast bestimmte Trog B wird von 5 Stangen getragen, deren größte S, $0^m30$ im Durchmesser haltend, von dem Centralkolben z ausgeht, während die 4 kleinen s, $0^m11$ im Durchmesser, wovon im Durchschnitt nur zwei sichtbar sind, auf dem ringförmigen Kolben ihren Standpunkt haben.

Den großen Cylinder umschließt ein eiserner Mantel E, zwischen welchem und dem Cylinder der Dampf eingeführt wird, um diesen letztern zu erwärmen; den Mantel umgibt eine hölzerne Hülle k und es wird der dadurch entstehende leere Raum mit Asche angefüllt, um jeden Wärmeverlust zu vermeiden.

Der große Trog B hat 5 Leitungen, um seiner Bewegung einen festen Halt zu geben und jede Abweichung von der Senkrechten zu verhüten. Von seinem Mittelpunkt aus erhebt sich die Hauptführung L, welche als eine Verlängerung der großen Stange des Centralkolbens betrachtet werden kann. Dieser Hauptführer, welcher mit dem Troge steigt und fällt, geht in einer Stopfbüchse durch den großen Träger b, den man in der Zeichnung im Querschnitt sieht und welcher zur Verankerung der Mauern durch die Mitte des Gebäudes geht. Die vier übrigen Führer sind je zwei und zwei an jeder Seite des großen Troges befestigt. Beim Leeghwater sind nur zwei solche Führer, einer an jeder Seite. Von diesen vier Führern l sind in der Zeichnung nur zwei sichtbar; sie sind mit starken Schraubenmuttern an dem Träger b befestigt und gehen in Stopfbüchsen durch die Arme oder Henkel des großen Troges, die mit ihm aus einem Stück Gußeisen bestehen, in der Zeichnung aber nicht sichtbar sind. Zwischen diesen Stangen ist an jeder Seite ein elastischer Support oder Polster K befestigt. Da es sich manchmal ereignen könnte, daß man zu viel Dampf in den Cylinder strömen ließe, und der Lauf des Kolbens zu sehr verlängert würde, so daß der Kolben gegen den Deckel des

Digitized by Google

Cylinders stieße, so sollen die Polster einen solchen Uebelstand verhüten, denn wenn zu viel Dampf eingelassen wäre, so würden die Arme oder Henkel des großen Troges gegen die Polster stoßen, deren Elasticität den Stoß abschwächt. Eben so mußte es verhindert werden, daß der Kolben bei dem Niedergange nicht auf den Boden des Cylinders stößt, zu welchem Zweck ähnliche Polster k', die in der Zeichnung zum Theil sichtbar sind, weiter unten angebracht wurden, wo sie im Nothfall die Arme des großen Troges tragen.

Im §. 131 wurde bemerkt, daß am Leeghwater ein Apparat angebracht worden sei, durch welchen der große runde Trog am Ende des aufwärts gehenden Hubes angehalten werden könnte und daß der Grund dazu darin liege, daß vielleicht die Arme der Balanciers durch das Niedergehen der Pumpenkolben nicht schnell genug gehoben würden, um am Ende der aufwärts gehenden Bewegung an den großen Trog zu gelangen. Man könnte glauben, daß dieser Apparat beim Cruquius minder nützlich wäre, wo die Balanciers an den großen Trog gekuppelt wurden, während sie beim Leeghwater davon frei sind (130); indessen existirt der Apparat am Cruquius wie am Leeghwater und er ist selbst verbessert worden, denn der bereits angegebene Grund ist nicht der einzige. Wenn unmittelbar nach dem Ende des aufwärts gehenden Hubes der große Trog zurückfallen und sich folglich plötzlich die Pumpenkolben heben würden, so würden sich die Ventile der Pumpen noch nicht geschlossen haben, wozu immer einige Augenblicke erforderlich sind. Sie würden sich wohl schließen, wenn die Pumpenkolben wieder stiegen; sie würden sich aber dann während der Bewegung selbst schließen, und die Folge davon wäre, daß die Maschine plötzlich ihre Last aufnehmen würde, wenn sie schon eine gewisse Geschwindigkeit erlangt hätte. Wie dadurch gefährliche Stöße erzeugt werden müßten, bedarf keiner weiteren Bemerkung.

Der in Rede stehende Apparat ist im Vorhergehenden nicht beschrieben worden; auch ist er in der Zeichnung nicht ersichtlich; inzwischen hat es keine Schwierigkeiten sich eine genaue Idee davon zu machen.

An den beiden Armen des großen Troges sind kreisrunde Oeffnungen angebracht, worin Plunger befestigt sind, die auf die gewöhnliche Weise und ohne der Luft Eintritt zu gestatten, durch die obern Oeffnungen von Röhren gehen, deren innerer Durchmesser größer ist als der der Plunger, und worin sie sich bei der Bewegung und dem Niedergange des großen Troges bewegen. Wenn die Plunger steigen, so entsteht in den Röhren ein luftleerer Raum, der sich mit dem Wasser füllt, das nicht allein durch den Druck der Atmosphäre, sondern auch durch den Druck einer in den senkrechten eisernen, etwa 10$^{m}$0 hohen Röhren enthaltenen Wassersäule in die Röhren gedrückt wird. Eine dieser Röhren p ist zum Theil wie auch ihr Reservoir v in der Zeichnung sichtbar. Dieser Druck hebt die Kugelventile, welche, indem sie sich schließen, die Röhren trennen, worin sich die Plunger der senkrechten Röhren bewegen, welche die Wassersäulen enthalten.

Wenn der große Trog mit den Plungern gänzlich gehoben ist, so wird sein Gewicht mit dem der Dampfkolben wohl zum Theil durch die Expansionskraft des Dampfes und durch das Gegengewicht der Pumpenkolben mit ihren Gestängen, Ketten und Ventilen getragen, der übrige Theil ruht auf der gedrückten Wassersäule. Da nun der Rest dieser Last größer ist als der Druck, durch welchen die Kugelventile geöffnet werden, so schließen sie sich und der große Trog nebst allem, was daran hängt, bleibt so lange gehoben, bis das in die Röhren der Plunger gedrückte Wasser entweichen kann.

Man nennt diesen Apparat, vielleicht uneigentlich, „Hydraulik". Ueber den in Rede stehenden Kugelventilen öffnen sich in den Plungerröhren die Mündungen von schmiedeisernen Wasserleitungsröhren. Das Wasser kann durch diese Röhren entweichen und von neuem in die senkrechten Röhren gedrückt werden, wenn sich ein in der Zeichnung ersichtliches Ventil e öffnet, das man das hydraulische Gleichgewichtsventil nennt, weil es sich, in Verbindung mit dem Gleichgewichtsventil des Dampfes gesetzt, zugleich öffnet und schließt.

Bei dem Leeghwater wird ein Ende der Balanciers der Luftpumpe durch den großen Trog gehoben und gesenkt, an dessen Armen diese Balanciers durch Stangen gekuppelt sind. Bei den beiden andern Maschinen, dem Cruquius und dem Lijnden, ruhen die Balanciers d, wovon der eine in der Zeichnung sichtbar, an einer Seite auf den Armen des großen Troges, dessen Bewegung sie auch theilen. Diese Balanciers der Luftpumpe haben bei den drei Maschinen einen beweglichen Stützpunkt, bei dem Leeghwater wie es mit einigen Worten im §. 150 angedeutet wurde; bei dem Cruquius und Lijnden aber liegt dieser Stützpunkt in der Mauer des Gebäudes auf einem Schlitten, der in der Zeichnung nicht sichtbar ist. Die beiden Luftpumpen selbst, wovon man eine zum Theil bei d' bemerkt, sind verschieden gegen die des Leeghwater, bei welchem die Kolben Plunger sind, die aus hohlen Cylindern bestehen, welche sich mit

Digitized by Google

Waſſer füllen. Bei den beiden andern Maſchinen ſind dieſe Pumpen Saugpumpen, deren Boden oder feſter Kolben oben angebracht iſt. Beim Leeghwater theilt der Hebel, durch den ſich die Führungsſtangen w bewegen, die Bewegung der Balanciers der Luftpumpen; bei den beiden andern Maſchinen iſt der eine Arm des Hebels h, wie aus der Zeichnung zu erſehen, durch eine Art von länglichem Bügel mittels eines Ringes an den großen Führer des großen Troges befeſtigt; es iſt alſo hier der Angriffspunkt beweglich. Dieſer Hebel wird von einer Achſe a getragen, der an die elaſtiſchen Balken b' gehängt iſt.

Aus der Zeichnung erſieht man, daß der Maſchiniſt, wenn er behufs der Führung der Maſchine die Hebel der Ventile berührt, ſo ſteht, daß er den Cylinder vor ſich hat. Dieſe Ventilhebel befinden ſich hinter dem Apparat zum Oeffnen und Schließen der Dampfröhren. Beim Leeghwater ſind ſie vorn, was den Mechaniker nöthigt, dem Cylinder den Rücken zuzuwenden. Obgleich dieſe Anordnung in der That kaum einen Nachtheil hat, weil man durch die Bewegung der Stangen die Regelmäßigkeit des Ganges der Maſchine vernehmen und beobachten kann, ſo hat man dennoch die angegebene Veränderung vorgezogen, was zur Folge hatte, daß der Schornſtein dem Keſſelhauſe näher geſetzt werden mußte als beim Leeghwater.

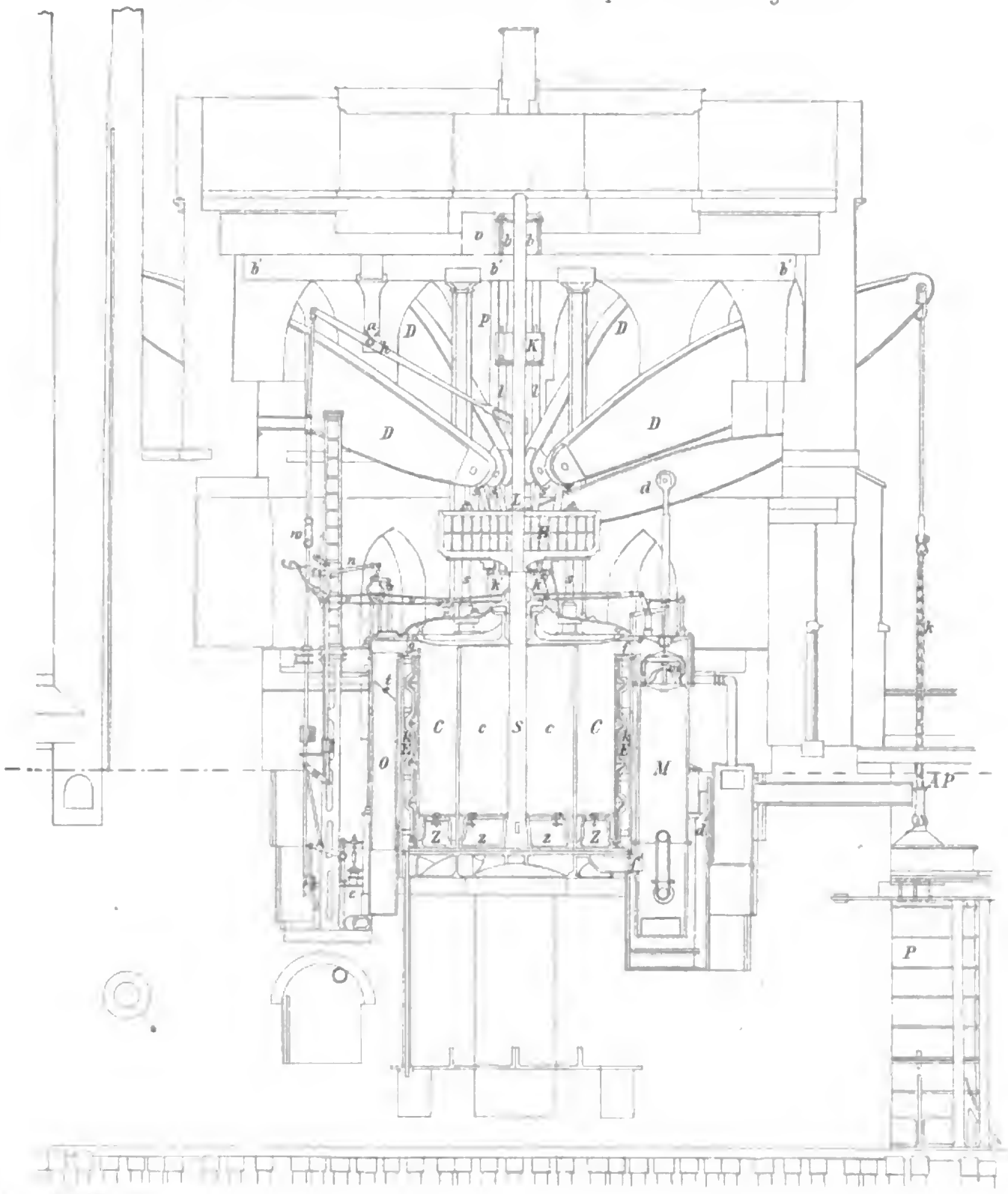
Im §. 130 wurde geſagt, daß man die Stöße fürchtete, welche durch den ſchnellen Niedergang der Pumpenkolben verurſacht werden, wenn ſie dieſelbe Geſchwindigkeit hätten als der Kolben des Cylinders, der während eines Theils ſeiner ſteigenden Bewegung mit einer großen Geſchwindigkeit gedrückt wird, und es war dies der Grund bei dem Leeghwater die vorbeſchriebene Anordnung auszuführen. Bald aber überzeugte man ſich, daß dieſe Beſorgniſſe umſonſt waren, denn die außerordentliche Geſchwindigkeit der Pumpenkolben, welcher genöthigt iſt der des Cylinderkolbens zu folgen, und welche man fürchtete, fand ſich hinlänglich gemäßigt durch die Natur der Ketten k, an welche die Pumpenkolben ſo gehängt ſind, daß ſie ſich ausdehnen oder mehr und minder vibriren. Bei D in der Zeichnung ſieht man deutlich, wie dieſe Ketten an die Balanciers der Pumpen befeſtigt ſind. Man hat es daher auch ſpäter bei dem Leeghwater verſucht, die Pumpenbalanciers mit dem großen runden Trog zu vereinigen, hat dieſe Verbindung aber nicht mit gehöriger Feſtigkeit ausführen können; dagegen gelang dieſe Operation bei den andern beiden Maſchinen beſſer; es war jedoch zu dieſem Zweck nothwendig ſie *ober*- und nicht wie bei dem Leeghwater *unterhalb* des großen Troges anzubringen. Die Zeichnung macht es deutlich, wie dieſe Balanciers mittels der beweglichen Stangen s' an den großen Trog befeſtigt ſind. Die Folge davon iſt, daß die Arme der Balanciers beim Niedergang des großen Troges gezogen, anſtatt wie beim Leeghwater nach unten gedrückt werden; daher iſt auch ein ganz anderer Anblick des Innern des Cruquius und des Lijnden im Vergleich zu dem des Leeghwater entſtanden. Wenn man ſich bei dem letztern in der Nähe des Cylinderdeckels befindet, ſo glaubt man immer bei dem Niedergang von den Balanciers getroffen zu werden; bei den letztern kann man mit vollkommener Sicherheit unter die Balanciers gehen, weil ſie ſich 1m50 über dem Cylinder bewegen. Da man aber für die Feſtigkeit des Mauerwerks fürchtete, wenn es in der gleichen Höhe die Laſt der Balanciers mit ihrer Bewegung und ihrer Waſſerlaſt tragen ſollte, ſo wurde beſchloſſen den Cylinder, den großen Trog mit ſeinem Ballaſt und die Balanciers ſelbſt in dem Gebäude verhältnißmäßig tiefer anzubringen.

Die §§. 132 und 133 enthalten die Motive, warum beim Leeghwater 11 Pumpen zur Anwendung kamen; auch findet man daſelbſt die Bemerkung, daß es wahrſcheinlich beſſer ſein würde die 11 Pumpen bis zum Ende in Bewegung zu erhalten, jedoch mit geringerer Geſchwindigkeit, anſtatt bloß einiger Pumpen mit größerer Geſchwindigkeit. Die Erfahrung hat dieſe Vorſicht auch vollſtändig gerechtfertigt; die Maſchine konnte, ſelbſt bei dem Ausziehen des Waſſers aus der größten Tiefe, leichter mit den 11 Pumpen arbeiten. Es wäre aber, ſelbſt bei einer leichtern Laſt, gefährlich geweſen, ihnen eine Geſchwindigkeit von 10 Hüben pro Minute zu geben. So war alſo das Motiv der 11 Pumpen verſchwunden, und man hat alſo bei den beiden andern Maſchinen eine Anzahl von Pumpen vorgezogen, welche ihre Aufſtellung und hauptſächlich die Anbringung der Balanciers leichter machte, ohne ſich zu ſehr von den Dimenſionen zu entfernen, welche ſich für die Pumpen dieſer Art paſſen. Man wählte daher die Anzahl von 8 Pumpen, deren vereinigter Inhalt indeſſen derſelbe iſt als bei den 11 Pumpen des Leeghwater. Der Durchmeſſer der Pumpencylinder des Cruquius und des Lijnden beträgt demnach 1m85. In der Zeichnung iſt nur eine von dieſen Pumpen zum Theil ſichtbar, wohl aber ſind 4 von den 8 Balanciers derſelben angegeben.

156. Wir gehen nun zu einer kurzen Beſchreibung des Ganges der Maſchine über, wodurch uns zugleich Gelegenheit geboten wird, noch einige Theile derſelben erklären zu können.

Digitized by Google

# Durchschnitt der Maschinen Cruquius und Lijnden.

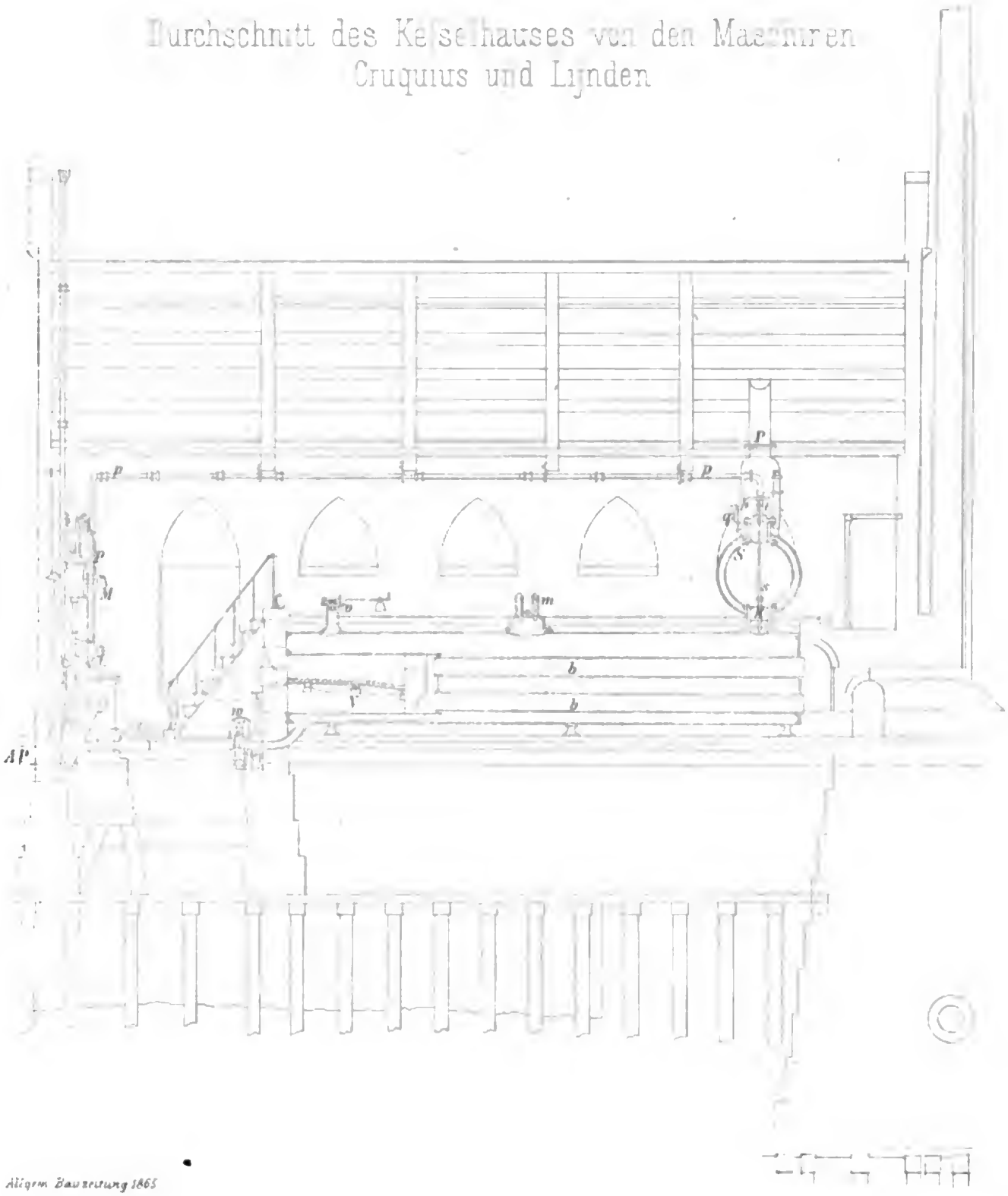



Allgem Bauzeitung 1863

Digitized by Google

Digitized by Google

Durchschnitt des Kesselhauses von den Maschinen
Cruquius und Lynden





Digitized by Google

Wie bei jeder einfach wirkenden Maſchine beginnt man mit dem Oeffnen des den Dampf auslaſſenden Ventils m mittels eines in der Zeichnung nicht ſichtbaren Cataracts; es kann nun der Dampf durch das Rohr f aus den beiden Cylindern C und c gegen den Condenſator M entweichen, und es verbleibt über den Kolben Z und z nur noch ein ſchwacher Druck. Dann öffnet man mittels deſſelben Cataracts das Einlaßventil, deſſen Stangen n in der Zeichnung allein ſichtbar ſind; der Dampf wird dann unter dem Kolben z in den innern Cylinder eingelaſſen; der durch dieſen Dampf von oben gedrückte Kolben hebt den großen mit Ballaſt gefüllten Trog und die Luftpumpe wird in Bewegung geſetzt. Die innern Köpfe der Pumpenbalanciers werden gehoben, die äußern Köpfe ſenken ſich und die Pumpenkolben fallen in ihren Cylindern hinab; die eine Seite des Hebels h iſt gehoben, die Stangen der Führung w werden demnach unten gedrückt und die Knaggen, womit ſie verſehen ſind, ſetzen die Hebel der Ventile in Bewegung, ſo daß zuerſt die Einlaßklappe und gegen das Ende des ſteigenden Hubes die Auslaßklappe geſchloſſen wird. Gleichzeitig werden die Plunger des Hydrauliks gehoben und die Röhren des letztern mit Waſſer gefüllt. Iſt der Hub beendigt, ſo drückt die übrige Schwere des großen Troges B, ſo weit ſie nicht durch den Dampf in Expanſion zurückgehalten wird, die beiden Waſſerſäulen; die Kugelventile ſchließen ſich und die nicht zuſammendrückbaren Waſſerſäulen halten den Trog gehoben; während dieſer Ruhe gehen die Pumpenkolben zurück oder ſchließen ſich ſowohl durch ihr Eigengewicht als durch das auf ihnen laſtende Waſſer. Nach dieſem Stillſtande öffnen ſich die Gleichgewichtsventile, ſowohl die des Hydrauliks c als die des Dampfes, welche damit verbunden ſind, durch einen zweiten Cataract. Das Waſſer der Röhren des Hydrauliks kann über den Kugelventilen von neuem in die ſenkrechten Röhren p gedrückt werden; der den Cylinder c füllende Dampf kann ſich alsdann, der offenen Röhre O folgend, die bei o in den großen Cylinder mündet, unter die beiden Dampfkolben ausbreiten. Der kleine Kolben z befindet ſich demnach im Gleichgewicht zwiſchen zwei gleichen Dampfdrücken; unter dem ringförmigen Kolben Z iſt der Widerſtand ſehr ſchwach, weil der große Cylinder mittels der Röhre f unterhalb des Kolbens in beſtändiger Verbindung mit dem Condenſator ſteht. Der Dampf drückt alſo beinahe mit ſeiner ganzen Spannung auf dieſen Kolben, ſo weit dieſer Druck im Anfange durch das Regulirungsventil t und das Gleichgewichtsrohr o nicht gemäßigt wurde. Es wird alſo nicht bloß der große Trog zurückgehalten, ſo daß er durch ſeine Schwere zurückfallen kann, ſondern er iſt außerdem genöthigt in Folge des Dampfdruckes auf den ringförmigen Kolben niederzugehen. Auf dieſe Art werden die innern Enden der Pumpenbalanciers nach unten gezogen und folglich die äußern Köpfe gezwungen mit den Pumpenkolben und dem darunter befindlichen Waſſer zu ſteigen. Die Ventile oder Bodenklappen der Pumpen öffnen ſich und die Cylinder der Pumpen füllen ſich von neuem mit Waſſer. Die Kolben der Luftpumpen werden niedergedrückt, die an den Stangen der Führungen w befeſtigten Knaggen werden von neuem hochgezogen, wodurch ſich gegen das Ende des niedergehenden Spiels die beiden Gleichgewichtsventile öffnen. Der Dampf vermindert dann ſeinen Druck über den Kolben, während der unter dem kleinen Kolben ſtärker wird; die Kraft wird alſo geringer, der Widerſtand dagegen größer und bald befindet ſich das Ganze in Ruhe, um den folgenden Hub von neuem zu beginnen.

Seite 285 iſt ein Längendurchſchnitt des Keſſelhauſes. Der Leeghwater hat nur 5 Keſſel, ähnlich den in Wallis gebräuchlichen, und 9m0 lang. Die äußern Cylinder haben einen Durchmeſſer von 1m82 und die innern von 1m22. Da es vortheilhaft iſt, ſoviel Dampf als möglich zu haben, ſo hat man für die beiden andern Maſchinen 6 Keſſel erbaut. Dieſe Veränderung iſt aber nicht die einzige; anſtatt einer einfachen innern Leitung hat man hinter dem Boden der Feuerungen vier zu dem Zweck angebracht, die Heizfläche zu vermehren; zwei von dieſen innern Leitungen ſind bei b in der Zeichnung ſichtbar. Indeſſen hat dieſe Anordnung den Erwartungen nicht ganz entſprochen, und als an den Keſſeln des Lijnden Reparaturen vorkamen, benutzte man dieſe Gelegenheit, um wieder eine einzige Röhre einzuſetzen und ſo das reine Syſtem der Keſſel des Landes Wallis wieder anzunehmen. Nachdem der Rauch und die Wärme aus den gedachten Kanälen geſtrömt ſind, gehen ſie durch andere gemauerte Kanäle anfänglich längs der Keſſel, dann unter denſelben hin, um endlich durch den Schornſtein abzuziehen. Ueber die Sicherheitsventile v und die Oeffnung zum Eingang m für die Arbeiter iſt nichts beſonderes zu bemerken.

Das Rohr, welches den Dampf des Dampfbehälters zum Cylinder leitet, iſt wie der letztere mit einer hölzernen Hülle umgeben und der Zwiſchenraum mit Aſche ausgefüllt. Es iſt unnütz zu wiederholen, daß die Keſſel eine Umſchließung von Mauerwerk haben und daß alle Maßregeln getroffen wurden, um den Verluſt an Wärme zu verhüten.



Digitized by Google

157. Während des Nachweiſes der an den Maſchinerien von Cruquius und Lijnden gemachten Veränderungen haben wir einige Modificationen der Gebäude berührt. Der Ingenieur Beijerinck mußte noch auf einige andere Rückſicht nehmen als er wie für den Leeghwater die Pläne zu den Gebäuden anfertigte, deren Seitenanſicht und Durchſchnitt auf Blatt **749** und **750** dargeſtellt ſind. Da die Dampfcylinder tiefer geſtellt wurden (155), ſo mußte daſſelbe mit dem Fußboden des Locals geſchehen, auf welchem die Mechaniker den Gang der Maſchine leiten. Dieſes Local, wo kein beweglicher Theil der Maſchinerie den Zuſchauer behindert, konnte alſo viel bequemer und minder gefährlich werden, auch von dem obern Theil der Spitzbogenfenſter mehr Licht erhalten, welche beim Leeghwater alles Licht unter den in Rede ſtehenden Boden werfen.

Der äußere Anblick der Gebäude iſt ebenfalls mehr oder minder ein anderer; es iſt freilich wahr, daß man es nicht wahrnimmt, daß der Durchmeſſer des Thurmes wegen der Aufſtellung der Balanciers über den großen Trog $0^m30$ geringer iſt, man bemerkt aber ſogleich, daß die Umfaſſungsmauer der Pumpen anſtatt einen Halbkreis zu bilden wie beim Leeghwater ſechs Ecken beſchreibt, von denen jede durch einen Strebepfeiler verſtärkt iſt (Fig. 5 Blatt **747**.)

Zu der Conſtruction der Thüren des Gebäudes wurde ſtatt des Holzes Eiſen verwendet; auch bemerkt man in der Zeichnung auf Blatt **749** eine feſtere Conſtruction der Brücken über die Waſſerabzugskanäle, für die man ebenfalls Eiſen verwendete.

Entſchädigung für die Nutzleiſtung in Betreff der Conſumtion der Steinkohle. — 158. Im §. 126 wurde die Verpflichtung erwähnt, welche die engliſchen Ingenieure Gibbs und Dean hinſichtlich des Entwurfs für den Leeghwater ſo wie in Betreff der Beaufſichtigung, der Conſtruction und der Aufſtellung der Maſchinerie eingegangen waren.

Gewiſſe Rückſichten konnten es damals verhindern, von den Summen zu reden, über welche ein Abſchluß erfolgt war; jetzt aber, wo der Gegenſtand der Geſchichte angehört, muß der wahre Sachverhalt berichtet werden. Der mit Gibbs und Dean abgeſchloſſene Contract beſtimmte unter andern, daß dieſelben für ihre Mühe und für ihre Reiſe- und Aufenthaltskoſten eine Entſchädigung von 3000 fl. erhalten ſollten, ob man mit dem Leeghwater reuſſire oder nicht.

Ein anderer Artikel beſtimmte, daß die Maſchine eine Pferdekraft von wenigſtens 350 Pferden und 32 bis 34 Millionen Kilogr. (70 bis 75 Millionen engl. Pfund) auf die Höhe von $0^m30$ (1 engl. Fuß) mittels 42,63 Kilogr. (94 Pfund engl.) Steinkohle erſter Qualität aus Wallis heben müſſe (126), und zwar unter Verhältniſſen, die denen gleich ſind, unter welchen die Maſchine nach der Entwäſſerung des Sees arbeiten muß. Nach Erreichung dieſes Reſultates ſollten die Ingenieure außer den erwähnten 3000 fl. noch 9000 fl. erhalten, und überſtiege die Maſchine das Product von 75 Millionen, ſo ſollte ihnen für jede darüber hinausgehende Million 200 fl. ausgezahlt werden.

Ferner war beſtimmt worden: „Wenn die zu errichtenden Dampfmaſchinen nach dem Gelingen der Verſuchsmaſchine die Kraft von 350 Pferden und mehr haben, ſo wird pro Maſchine 9000 fl. für die Leiſtung alles desjenigen bezahlt, was in Bezug auf den Leeghwater mit 12000 fl. und ferner 200 fl. für jede Million Erträgniß darüber feſtgeſetzt worden iſt.

Die erſten 3000 fl. wurden ſofort nach der Errichtung des Leeghwater entrichtet.

Nachdem die wiederholten Verſuche von 1845 und alle darauf folgenden (148 und 149), obgleich ſie nur mit gewöhnlichen Steinkohlen vorgenommen worden, ſo befriedigende Reſultate geliefert hatten, fand die Commiſſion keine Veranlaſſung, die Anfertigung des Cruquius und des Lijnden anzuordnen und es wurde kein Anſtand genommen auch die 9000 fl. zu bezahlen; da es aber an der Kohle erſter Qualität von Wallis mangelte, mit denen die letzten Verſuche gemacht werden ſollten, wie konnte man da wohl eine Zahlung von 200 fl. pro Million überzähliges Erträgniß rechtfertigen? Herr Dean hatte nach England zurückkehren müſſen; ſei es nun, daß er ſich damals mit den 9000 fl. begnügte, oder daß er bei Gelegenheit des Cruquius und Lijnden eine außerordentliche Zahlung erwartete, genug, er machte von ſeiner Seite keinen Verſuch, noch eine andere Zahlung als die bereits empfangene zu erhalten.

Als ſpäter der Cruquius und der Lijnden in regelmäßigem Betriebe ſtanden, machte Dean ſogleich oder einige Zeit nach ihrer Errichtung (153) Verſuche, um ſich die Zahlung der 9000 fl. und darüber für ein überzähliges Erträgniß zu ſichern. Die mit dem Cruquius gemachten Proben wurden auch als für den Lijnden gemacht betrachtet, da er dem erſtern ganz gleich iſt; ſie fanden wie beim Leeghwater ohne Anwendung der Walliſer Kohle erſter Gattung ſtatt, die durch den Contract beſtimmt war. Man konnte ſich ſolche nur verſchaffen, wenn man eine ganze Schiffsladung

Digitized by Google

kommen ließ. Inzwiſchen beeilte man ſich von beiden Seiten, die Commiſſion um mit dem Ausſchöpfen beginnen zu können, welche ſie im Monat April 1849 anordnete, Herr Dean um nach einer langen Abweſenheit nach England zurückzukehren.

Die Proben hatten mit den dabei verwendeten Kohlen keine befriedigenden Reſultate geliefert; man machte ſie damals im Verhältniß zu der Waſſermenge, die durch die Steinkohlen verdunſtet wurde, deren man ſich bediente, und verglich ſie mit den in England mit der beſten Steinkohle von Wallis von zwei ausgezeichneten Männern Henry de la Bèche und Dr. Lyon Playfair erhobenen Reſultaten, welche veröffentlicht worden waren und im Lande als eine Majorität betrachtet wurden. Man berechnete durch die Vergleichung der beiden Verſuche, welche geringere Kraft den Steinkohlenarten angerechnet werden könne, die man zum Probiren der Maſchine gebraucht. Dieſe Berechnung ſchien zu beweiſen, daß das Product von 70 bis 75 Millionen, das in dem Contract von 1842 feſtgeſetzt war, nicht erreicht werde; Dean aber bewies durch eine andere Berechnung, daß dieſes Erträgniß nicht allein gehörig erreicht ſei und erreicht werden mußte, ſondern daß ſelbſt die Zahlung von 200 fl. pro überzählige Million ihn für mehrere Millionen ausgezahlt werden müſſe. Wir ließen ihm damals die Freiheit für unſere Rechnung Steinkohlen von Wallis kommen zu laſſen, mit dem Verſprechen den Cruquius neuerdings vom See zu iſoliren, um neue Verſuche zu machen; Schwierigkeiten in den Verwaltungsformen aber in Betreff der Bezahlung dieſer Steinkohlen führten Verzögerungen herbei. Dean mußte von ſeiner Seite neue Ausgaben für Reiſe und Aufenthalt machen und wir konnten uns nicht verhehlen, daß dieſe Verſuche mehrere tauſende von Gulden koſten werden und eine Verzögerung von einigen Wochen entſtände. Uebrigens war es natürlich, daß die Maſchine, um die möglich größten Reſultate zu erzielen, den ſtärkſten Proben ausgeſetzt werden möchte und auf ſolche Weiſe Gefahr für ſie entſtehen könnte; außerdem war die Commiſſion überzeugt, daß der Verſuch mit den Steinkohlen von Wallis den engliſchen Ingenieuren günſtige Erfolge liefern würde. Unter ſolchen Verhältniſſen glaubte die Commiſſion ihre Intereſſen am beſten zu wahren, wenn ſie ganz einfach für jede Maſchine 9000 fl. zahle, ohne noch andere Verſuche zu unternehmen, was auch angenommen wurde. Die Entſchädigung der engliſchen Ingenieure für die drei Maſchinen wurde alſo mit 30000 fl. feſtgeſetzt.

Leiſtung des Leeghwater, des Cruquius und des Lijnden. — 159. Der Leeghwater begann die Ausſchöpfung des Sees ganz allein am 7. Juni 1848 bei einem Waſſerſtande von $0^m65$ — O. A. (150); der Lijnden kam ihm zu Hülfe im März und der Cruquius im Anfange des Monats April 1849; der Leeghwater hatte demnach 10 Monate hindurch ganz allein gearbeitet.

Es iſt klar, daß auf die Länge der Waſſerſpiegel durch die Kraft einer einzigen Maſchine nur wenig zum Sinken gebracht werden konnte; im Winter mußte man mehr verlieren als man im Sommer gewinnen konnte. Indeſſen war der Waſſerſpiegel in dieſen 10 Monaten $0^m14$ geſunken, denn er hatte im April 1849 die Höhe von $0^m79$ — O. A. Erſt von dieſer Epoche an waren die drei Maſchinen im Stande gemeinſchaftlich zu arbeiten, womit die eigentliche Ausſchöpfung des Sees begann, deſſen Spiegel ſich nun allmählig ſenkte, ſich im Winter wohl momentan hob, wenn die Maſchinen angehalten wurden, um nicht zu viel Waſſer ins Rhijnland zu ergießen; im Sommer aber ſank das Waſſer durch die unaufhörliche Arbeit der Maſchinen und die Verdunſtung ununterbrochen und im Anfange des Monats Juli 1852 war der See ausgetrocknet. Bis zu dieſer Zeit erſtreckt ſich die Darſtellung der Arbeit der drei Maſchinen, welchen dieſer Paragraph und noch einige andere gewidmet ſind; was ſpäter noch geſchah war einzig zum Trockenhalten des Polders, der ſich freilich noch in einem unvollkommenen Zuſtande befand, weil die nöthigen Kanäle und Gräben noch fehlten; immerhin war am 1. Juli 1852 der See verſchwunden und ein neuer Polder Hollands war entſtanden.

Was die allgemeine Bewegung des Waſſerſpiegels betrifft, ſo ging dieſelbe in folgender Art vor ſich, wobei zu bemerken iſt, daß alle Zahlen ein Minus O. A. ſind:

| | |
|---|---|
| 1848 | |
| 7. Juni | 0,65 |
| 30. Juni | 0,73 |
| 31. Juli | 0,865 |
| 31. Auguſt | 0,88 |
| 30. September | 0,895 |
| 31. October | 0,915 |
| 30. November | 0,85 |
| 31. December | 0,875 |
| 1849. | |
| 31. Januar | 0,86 |
| 28. Februar | 0,82 |
| 31. März | 0,79 |
| 30. April | 0,90 |
| 31. Mai | 1,075 |



Digitized by Google

| | |
|---|---|
| 30. Juni | 1,415 |
| 31. Juli | 1,55 |
| 31. August | 1,70 |
| 30. September | 1,88 |
| 31. October | 1,84 |
| 30. November | 1,97 |
| 31. December | 1,97 |
| 1850. | |
| 31. Januar | 2,0275 |
| 28. Februar | 1,95 |
| 31. März | 2,11 |
| 30. April | 2,18 |
| 31. Mai | 2,34 |
| 30. Juni | 2,60 |
| 31. Juli | 2,78 |
| 31. August | 2,87 |
| 30. September | 2,98 |
| 31. October | 3,00 |
| 30. November | 2,95 |
| 31. December | 2,89 |
| 1851. | |
| 31. Januar | 2,85 |
| 28. Februar | 2,90 |
| 31. März | 2,95 |
| 30. April | 2,89 |
| 31. Mai | 3,04 |
| 30. Juni | 3,295 |
| 31. Juli | 3,365 |
| 31. August | 3,485 |
| 30. September | 3,54 |
| 31. October | 3,62 |
| 30. November | 3,52 |
| 31. December | 3,565 |
| 1852. | |
| 31. Januar | 3,555 |
| 29. Februar | 3,525 |
| 31. März | 3,62 |
| 30. April | 3,74 |
| 31. Mai | 3,85 |
| 30. Juni | 3,90 |
| 31. Juli (See trocken) | 4,— |
| 31. August | 4,10 |
| 30. September | 4,025 |
| 31. October | 3,84 |
| 30. November | 3,70 |
| 31. December | 3,69 |

Nach dem Vorstehenden kann die Entwässerung so betrachtet werden, als habe sie zwischen dem 1. April 1849 und dem 1. Juli 1852 stattgefunden und habe folglich 39 Monate gedauert. Während dieser Zeit machten die drei Maschinen in voller Thätigkeit, d. h. mit allen ihren Pumpen 14,004,032 Hübe und da mit jedem Hub 66 Kubikmeter Wasser gehoben wurden, so betrug die ganze ausgehobene Masse . . . . 924,266,112 Kbkm.

Nach den Proben ist $^1/_{10}$ Verlust davon abzuziehen oder . . . . . 92,426,611 „

folglich beträgt die ganze ausgeschöpfte Masse . . 831,839,501 Kbkm.

Die Ausschöpfung mit den drei Maschinen begann am 1. April 1849 bei einem Wasserstand des Sees von $0^m 79$ — O. A. Der Boden des Sees, welcher am 1. Juli 1852 beinahe ganz trocken lag, befindet sich $4^m 0$ — O. A. Die Maschinen hatten also eine Tiefe von $3^m 21$ ausgeschöpft, was für einen Flächenraum von 18100 Hectaren macht in Kubikmetern . . . 581,010,000

Während der Ausschöpfung war die Verdunstung nach den bei Halfwege gemachten Beobachtungen sehr stark, die Regenmenge dagegen gering; sowohl der gefallene als der verdunstete Regen hatten nur $0^m 0202$ erreicht, was für den ganzen Flächenraum ergibt . . . . . 3,656,200

Es wären also nur auszuschöpfen gewesen . 584,666,200 Kbkm.

was einen Unterschied von 247,173,301 Kbkm.

ausmacht, der von den Maschinen über jene Wassermenge, die sich in dem See befand als die Ausschöpfung begann,

Digitized by Google

und derjenigen durch den Regen hinzugekommenen ausgeschöpft worden wäre.

160. Zwei Fragen knüpfen sich an diese Thatsache: 1. Wodurch ist die Wassermenge entstanden, die über diejenige ausgeschöpft wurde, welche der See nach den gemachten Berechnungen enthalten konnte? 2. Woher kommt die Dauer der Ausschöpfung weit über die vorher berechnete (111)?

Was die erste Frage betrifft, so wird der angegebene Unterschied zuvörderst, wenn auch auf eine schwache Weise, aus zwei Gründen vermindert. Bei jedem Wiederbeginn der Arbeit nach einer Unterbrechung, und jedesmal gegen das Ende der Arbeit, bevor sie unterbrochen wird, sind mehrere der ersten und letzten Kolbenhübe kurz, können also nicht nach ihrer ganzen Länge in Rechnung gebracht werden; es ereignet sich selbst, daß die Kolben bei dem gewöhnlichen Gang der Maschine nicht den ganzen Lauf zurücklegen, welcher bei der Berechnung als Basis angenommen wird. Manchmal ist ihr Lauf gewissermaßen freilich noch länger, doch gehört dies zu den seltenen Fällen. Der Zähler gibt übrigens diese zu kurzen wie auch die andern Spiele an, und sie werden bei der Berechnung immer als voll angenommen.

Der mit $^1/_{10}$ angenommene Wasserverlust kann manchmal größer gewesen sein. Oft waren die Ventile der Pumpen mangelhaft oder sie schlossen sich nicht gehörig an die Wände ihrer Cylinder an; oft schließt auch der Boden der Pumpen nicht hermetisch genug, wodurch ein beständiger Verlust hervorgebracht wird. Um nun nicht eine kostbare Zeit mit der Reparatur dieser geringen Mängel zu verlieren, läßt man die Maschinen fortgehen, bis sie aus irgend einem andern Grunde angehalten werden.

Inzwischen erklären diese beiden Ursachen den großen Unterschied nicht hinreichend; sie können bis auf einen gewissen Grad gelten, die Hauptsache scheint aber in einer großen Einsickerung des Wassers zu liegen; ein Phänomen, das bei jeder Entwässerung erscheint, besonders in den ersten Jahren, und hier scheint es sich mit besonderer Kraft entwickelt zu haben. Man erinnere sich an die §§. 141 und 154, wo ich von der mit Muscheln gemischten Sandlage sprach, welche unter dem Kanal und dem Umfassungskanal durchgehend bei der Gründung des Cruquius so große Verlegenheiten herbeiführte. Diese Eigenthümlichkeiten erklären so ziemlich den großen Ueberschuß von Wasser, welches ausgeschöpft werden mußte.

Was nun die zweite Frage betrifft, so erheischt dieselbe eine eingehendere Beantwortung.

Auf den ersten Blick könnte es erscheinen, daß die starke Durchsickerung die Hauptursache der längern Dauer der Ausschöpfung gewesen sein müßte, was aber der Fall nicht ist, denn wenn man auch von der einen Seite annehmen kann, daß die Dauer ohne diese Durchsickerung bedeutend abgekürzt worden wäre, so hätte auch auf der andern Seite die auszuschöpfende Wassermasse viel geringer sein müssen als es die vorstehenden Berechnungen angenommen. Während der 39 monatlichen Dauer der Ausschöpfung wurde bloß die Wassertiefe von $3^m21$ gehoben, während man auf eine solche von $4^m0$ gerechnet hatte. Ferner war die durch den Regen gefallene Wassermenge viel geringer als man erwarten konnte; man hatte sie nach den Durchschnitten der bestehenden Beobachtungen auf 30 Millionen Kubikmeter berechnet (106); sie erhob sich aber nach der Fortsetzung derselben Beobachtungen nur auf beiläufig $3^1/_2$ Millionen wie im §. 159 angegeben ist.

Die Ausschöpfung mit den Dampfmaschinen sollte 14 Monate dauern (111); man hatte dabei auf eine Masse von 724 Millionen Kubikmeter, den Inhalt des Sees, und auf 42 Millionen Kubikmeter Regenwasser, im Ganzen auf 766 Millionen gerechnet. Diese Quantität differirt um 65,839,501 Kubikmeter gegen die ausgeschöpfte Masse nach den vorhergehenden Paragraphen. Um sie auszuschöpfen hätte man verhältnißmäßig beiläufig $1^1/_2$ Monate gebrauchen müssen, wonach sich die vorher berechnete Dauer auf $15^1/_2$ Monate stellt. Das Resultat war also eine längere Dauer von $23^1/_2$ Monaten, und daher die große Differenz, welche erklärt sein will, wie wir es versuchen werden.

Unvorhergesehene Unfälle an den Maschinen, von denen im §. 162 die Rede sein wird, zwangen dieselben zur langen Unthätigkeit; zu bemerken ist, daß wir nicht von jenen kleinen stets unvermeidlichen Unfällen reden wollen, welche durchaus keinen wichtigen Charakter haben, sondern von andern viel wichtigeren, welche die Ausschöpfung bedeutend verzögerten, obgleich sie auf eine glücklichere Weise nicht reparirt werden konnten. Die schweren Unfälle des Leeghwater zwangen ihn zu einem Stillstande von $1^1/_2$ Monaten, bei dem Cruquius betrug derselbe $2^1/_2$, bei dem Lijnden 5 Monate, was für die drei Maschinen im Durchschnitt 3 Monate beträgt.

Eine noch größere Verzögerung wurde durch den Contract von 1847 mit der Verwaltung des Rhijnlandes herbeigeführt. Obgleich derselbe in der That mehr Spielraum ließ, ließ man doch, um das Bassin dieses Districts durch das ausgeschöpfte Wasser nicht zu sehr zu belasten, die

Digitized by Google

Maſchinen jedesmal anhalten, wenn der Waſſerſpiegel des Baſſins im Winter auf beiläufig $0^m35$ — O. A. geſtiegen war.

Zu dieſen Urſachen muß man noch den Waſſermangel an den Ausſchöpfungspunkten, d. h. da, wo die drei Maſchinen ſtehen, rechnen. Es iſt bei jeder Entwäſſerung ſchwierig das Waſſer zur rechten Zeit zu den Maſchinen oder Mühlen gelangen zu laſſen, denn der Boden, der an den Ufern gewöhnlich niedriger iſt, wo ſich nothwendigerweiſe die Mühlen oder die Maſchinen befinden müſſen, beſteht gewöhnlich, wenn er offen gelegt iſt, aus Schlamm, worin man anfänglich nur mit Schwierigkeiten Waſſerleitungsrinnen und ſpäter Kanäle anlegen kann. Dieſe Schwierigkeit war bei dem Harlemmer Meer bei weitem größer, weil ſich die Ausſchöpfungspunkte nicht auf drei beſchränkten und die Entfernung von dem Centrum, von wo das Waſſer hergeſchafft werden ſollte, eine unendlich große war. Die großen zu den drei Maſchinen führenden Waſſerleitungskanäle konnten nur nach der gänzlichen Austrocknung des Sees im Juli 1852 (175) vollendet werden. Die Winde trieben ohne Unterlaß das Waſſer von einer der Maſchinen ab, ohne es gegen die andern zu führen, weil zwiſchen ihnen keine Verbindung beſtand.

Dieſe Urſachen zuſammen waren Veranlaſſung, daß die 3 Maſchinen ihre vollſtändige Arbeit erſt in der Hälfte der Dauer der Ausſchöpfung oder bloß 19,7 Monate thun konnten. Die Differenz zwiſchen dem Reſultate und den vorhergegangenen Berechnungen, welche anfänglich $23\frac{1}{2}$ Monate zu ſein ſchien, wurde demnach in der That auf 4 Monate reducirt. Einige Beobachtungen werden genügen, um dieſen Reſt der Differenz zu rechtfertigen.

Die vorhergehende Berechnung, welche als Anhaltspunkt für die Vergleichung diente, war an und für ſich nur vergleichend; ſie wurde ſelbſt in einer Zeit gemacht, bevor die ausgeführten Dampfmaſchinen concipirt waren; ſie war ganz allgemein gehalten und hatte den Zweck, die Kraft des Windes mit der des Dampfes als Triebkraft zu vergleichen und die Vortheile der Pumpen gegen die Archimediſche Schraube und die Schaufelräder nachzuweiſen zu ſuchen. Die Berechnung würde richtig geweſen ſein, wenn bloß die Vergleichung es geweſen wäre; unter andern hatte ſie zur Baſis, daß die Dampfmaſchine in der erſten Epoche eine größere Anzahl von Ausſchöpfungsmitteln in Bewegung ſetzen ſollte, welche, nach Maßgabe der voranſchreitenden Ausſchöpfung in größerer Tiefe, vermindert werden ſollte.

Die Dampfmaſchinen aber ſollten an ſich ſelbſt ſo viel als möglich immer dieſelbe Kraft entwickeln. Wenn man nicht 3, ſondern 6 Maſchinen errichtet hätte, ſo könnte eine Anordnung dieſer Art ſtattgefunden haben. Nach der gemachten Erfahrung hätten die Vortheile von 6 Maſchinen die Nachtheile von dreien nicht ausgeglichen. Um den Einfluß anſchaulich zu machen, den eine Einrichtung dieſer Art hätte haben können, theilen wir die Zeit von $19\frac{1}{2}$ Monaten in 3 Theile von je $6\frac{1}{2}$ Monat. Bei der gegenwärtigen Aufſtellung der drei Dampfmaſchinen kann man annehmen, daß jeder der 3 Meter Waſſer des Sees in $6\frac{1}{2}$ Monaten ausgeſchöpft worden wäre, und wenn man das Ganze zur Ausſchöpfung des erſten Meters verwendet hätte, $\frac{1}{2}$ für den zweiten und $\frac{1}{3}$ für den dritten Meter, ſo würde man ausgeſchöpft haben:

| | | |
|---|---|---|
| den erſten Meter in | 2,2 | Monaten, |
| den zweiten „ | „ 3,3 | „ |
| den dritten „ | „ 6,5 | „ |
| Zuſammen | 12 | Monaten. |

Dieſe Darſtellungsweiſe iſt freilich nicht genau, iſt aber hinreichend für den gegenwärtigen Zweck, weil ſie hinlänglich die Differenz erklärt, welche noch zwiſchen der vorherigen Berechnung und dem Reſultat in Betreff der Dauer der Ausſchöpfung beſtand.

161. Nach den bisherigen Mittheilungen über die verſchiedenen Phaſen der Entwäſſerung dringt ſich uns eine ſehr natürliche Frage auf: Kann der neue Polder mit Leichtigkeit trocken erhalten werden oder nicht? Eine beruhigende Antwort dürfte nicht unnütz ſein, um die Beſorgniß der Käufer der entwäſſerten Ländereien wegen der großen Durchſickerung des Waſſers, die für die Zukunft prophezeit wurde, zu verſcheuchen."

Die 3 Maſchinen haben während der 39monatlichen Dauer der Ausſchöpfung 19,7 Monate volle Arbeit gehabt; ſie hoben 831,839,501 Kubikmeter Waſſer, was für ein Jahr 506,704,260 Kubikmeter und für einen Monat voller Arbeit 42,225,355 Kubikmeter ausmacht. Nach §. 106 hatte man nach der Entwäſſerung im Durchſchnitt nur 54,000,000 Kubikmeter jährlich auszuſchöpfen, wenn man annimmt, was übrigens nicht wahrſcheinlich iſt, daß mit der Zeit ein eben ſo großer Mehrbetrag von Durchſickerungswaſſer über das berechnete ausgeſchöpft werden müſſe.

Dieſer ganze Mehrbetrag würde ſich auf 76,053,324 Kubikmeter jährlich oder auf 6,337,777 pro Monat belau-

Digitized by Google

sen*). Diese Quantität zu der gewöhnlichen Masse von 54,000,000 Kubikmeter hinzugerechnet gibt pro Jahr 130,053,324 Kubikmeter Wasser auszuschöpfen; die Differenz zwischen der Zahl, welche jährlich ausgeschöpft wurde, und derjenigen, welche es in der unvortheilhaftesten Voraussetzung sein soll, ist so auffallend, daß es nicht nothwendig ist ein Raisonnement daran anzuknüpfen. Indessen wurde im §. 106 bemerkt, daß der größte Theil des entweder von der Infiltration oder vom Regen herstammenden Wassers, den man in einem Moment ausschöpfen müßte, sich nur auf 36,200,000 Kubikmeter erheben könnte. Selbst wenn man die 6,337,777 Kubikmeter der Durchsickerung, die als ganz unerwartet betrachtet werden, hinzusetzt, würden in dem möglichst vortheilhaften Monat 42,537,777 Kubikmeter zu heben sein, während die drei Maschinen, wie erwähnt, im Stande sind pro Monat 42,225,355 Kubikmeter oder eine beinahe diese Zahl erreichende Masse auszuheben. Wenn man annehmen will, daß sich dieser Fall in ein und demselben Jahre mehrmals ereigne, so würde es vorkommen, daß das Wasser in dem neuen Polder einen Augenblick höher stiege als gewöhnlich, was aber bei so mächtigen vom Winde unabhängigen Maschinen nicht vorkommen kann, welche bald nicht mehr zu einer durch den Contract von 1847 stipulirten Unthätigkeit zu Gunsten des Rhijnlandes gezwungen sein werden, da dieser Contract bald aufhören wird.

162. Die schweren Unfälle, die in §. 160 angeführt wurden, waren verschiedener Art.

Im September 1850 brachen zwei Balanciers des Leeghwater unversehens an ihren Stützpunkten und es fielen diese großen gußeisernen Massen mit Getöse in zwei Stücke, das eine innerhalb, das andere außerhalb des Thurmes, glücklicherweise aber ohne etwas zu beschädigen; die neuen Balanciers und ihre Anbringung kosteten 6000 fl.

Im Februar 1851 brachen am Cruquius die beiden Arme oder Henkel des großen Ballasttroges, durch welche die Führungen der Dampfkolben gehen und welche nebst dem Trog eine einzige gußeiserne Masse bilden, durch einen unvorhergesehenen Stoß mit einemmale; die Ursache davon ist unbekannt geblieben, und glücklicherweise blieb der übrige Theil der Maschine wie beim Leeghwater unberührt. Es wurde eine fliegende Schmiedewerkstatt eingerichtet und bei ununterbrochener Tag- und Nachtarbeit, wie bei dem Ausschöpfen, wurde der Schaden bald ausgebessert; die Kosten beliefen sich nur auf 2493 fl. für diejenigen Gegenstände, die man sich bei den Fabrikanten verschaffen mußte.

Am Lijnden wurden im November 1851 die Pumpenventile, im Jahre 1852 die Dampfkessel gegen alles Erwarten beschädigt; außerdem verstopfte der Schlamm die Pumpen dermaßen, daß man zur Herausnahme desselben den Graben um die Maschine trocken legen mußte. Der Fangdamm, der zu diesem Zweck den großen innern Kanal absperrte, brach bei einem Sturme durch und man mußte ihn in dem Moment wiederherstellen, wo alles bereit war. Diese letztern Arbeiten kosteten 3000 fl., die Pumpenventile 5000 fl., die Kessel 12242 fl.

Außerdem waren alle Maschinen an den Pumpen und Kesseln reparaturbedürftig, alle mußten mehr als einmal trocken gelegt werden, um den Boden der Pumpen zu untersuchen und die Verschlämmungen zu beseitigen. Alles das kann aber nur als gewöhnliche Beschädigungen und Arbeiten betrachtet werden, die bei so großartigen Maschinen, welche gewöhnlich 500 bis 600 Stunden monatlich arbeiten, unzertrennlich sind.

163. Bei der vorstehenden Darstellung haben wir nur von der Ausschöpfungszeit, von der durch die 3 Maschinen gehobenen Wassermasse und von den Unfällen gesprochen, welche sie betrafen. Hieran knüpfen sich aber die Kosten der Unterhaltung, der Reparatur und der Verbesserung, des Personenstandes der Maschinen, der Kohlenconsumtion und des Oels wie der Schmiere an.

Wir übergehen mit Stillschweigen die Unterhaltungs- und Reparaturkosten, die in der jährlichen Adjudication der allgemeinen Unterhaltung aller Werke des Unternehmens mit inbegriffen sind und in §. 176 unter den Nebenarbeiten angeführt werden, denn die Maschinen haben an dieser allgemeinen Unterhaltung nur einen geringen Antheil. Die meisten von diesen Reparaturen wurden in unserer eigenen Werkstätt bei dem Leeghwater ausgeführt, deren Personal aus dem folgenden Absatz ersichtlich ist, während die Rohstoffe nur durch Declarationen von mindestens 500 fl. geliefert wurden. Die großen Reparaturen und Verbesserungen wurden contractlich von verschiedenen Fabrikanten besorgt. Von diesen Verbesserungen müssen wir zuvörderst beim Lijnden die Veränderungen anführen, die bei der kleinen Speisemaschine der Kessel nothwendig waren, so daß sie auch die Grube oder den Sumpf des Lijnden ausschöpfen

*) Nach den vorstehenden Paragraphen würde dieser Mehrbetrag 247,173,301 Kubikmeter in den 39 Monaten betragen, was 76,053,324 jährlich ausmacht; denn diese große Wassermasse muß auf die ganze Dauer der Entwässerung und nicht auf die Dauer der vollendeten Arbeit vertheilt werden.

Digitized by Google

konnte, wenn man sie trocken legen mußte, welche Arbeit sehr häufig vorkam, um die Versandungen zu beseitigen und die untern Theile der Pumpen zu untersuchen *). Zu diesen Verbesserungen kann man noch deren zwei hinzufügen, welche den Zweck hatten den Kesseln des Lijnden und des Cruquius die erforderliche Wassermasse zu liefern. Beim Beginn der Ausschöpfung konnte man dazu das Wasser des Umfangskanals verwenden, nachdem es durch große nächst den drei Maschinen aufgestellte Filtrirmaschinen war gereinigt worden; als aber das Wasser dieses Kanals, besonders nächst den Maschinen, je mehr es sich dem Boden des Sees näherte, schlammiger wurde, mußte man zu andern Mitteln seine Zuflucht nehmen. Beim Lijnden gewann man reines Wasser aus dem kleinen benachbarten See, das durch Röhren quer durch den Boden des Umfangskanals zur Maschine geleitet wurde. Beim Cruquius, in dessen Umgebung eine solche Quelle fehlte, trachtete man wenigstens für die Condensation das Wasser des condensirten Dampfes zu verwenden, nachdem es durch das Fließen in Röhren abgekühlt worden, welche mit dem kalten Wasser der Ausschöpfung bedeckt waren, das sich mit jedem Stoß erneuerte. Da diese Operation nicht gänzlich gelang, so beschränkte man sich beim Cruquius wie beim Leeghwater darauf, das Wasser des Kanals mit größerer Sorgfalt zu filtriren und die Kessel öfter zu reinigen.

Die Kosten für Unterhaltung, Reparatur und Verbesserungen betrugen 80120 fl. in dem Zeitraume von vier Jahren, seit der Leeghwater die Ausschöpfung allein begonnen, bis zum 1. Juli 1852.

Wir fanden im Anfange, als die Maschinen bereit waren, keinen Mechaniker und beinahe keinen Heizer, welche Holländer gewesen wären; man mußte sich deßhalb an Engländer wenden und wir wählten mehrere von denen, welche das Aufstellen der Maschinerie geleitet. Sie leisteten uns außerordentliche Dienste. So lange, als die Maschinen Tag und Nacht an der Ausschöpfung arbeiteten, war das Personal sehr bedeutend und kostspielig; später aber ersetzten holländische Lehrlinge mehrere Engländer, und als der See im Jahre 1852 verschwunden war, konnte die Anzahl derselben, welche übrigens niemals vollständig war, vermindert werden **).

*) Bei dem Cruquius und dem Leeghwater hat man zu diesem Zweck zwei tragbare Maschinen, die in §. 177 erwähnt werden.

**) Im Anfange waren bei den 4 Maschinen 49 Personen beschäftigt, wovon 11 Engländer, und pro Woche verausgabte man dafür 486 fl. oder 25,272 fl. jährlich.

Das in Rede stehende Personal kostete während der vier Jahre für die drei Schöpfmaschinen des Sees 61,875 fl.

Die Kohlen wurden in Entreprise nach Maßgabe des Bedürfnisses geliefert. Sie kosteten in den genannten vier Jahren für die drei Maschinen 229,426 fl., wofür man 25,789,920 Kilogramm Steinkohle erhielt; sie wurden meistens aus Belgien und England bezogen.

Oel und andere Schmiermittel wurden nach den jährlichen Contracten nach Bedürfniß geliefert; die Kosten dafür betrugen in den vier Jahren für die drei Maschinen 20,670 fl.

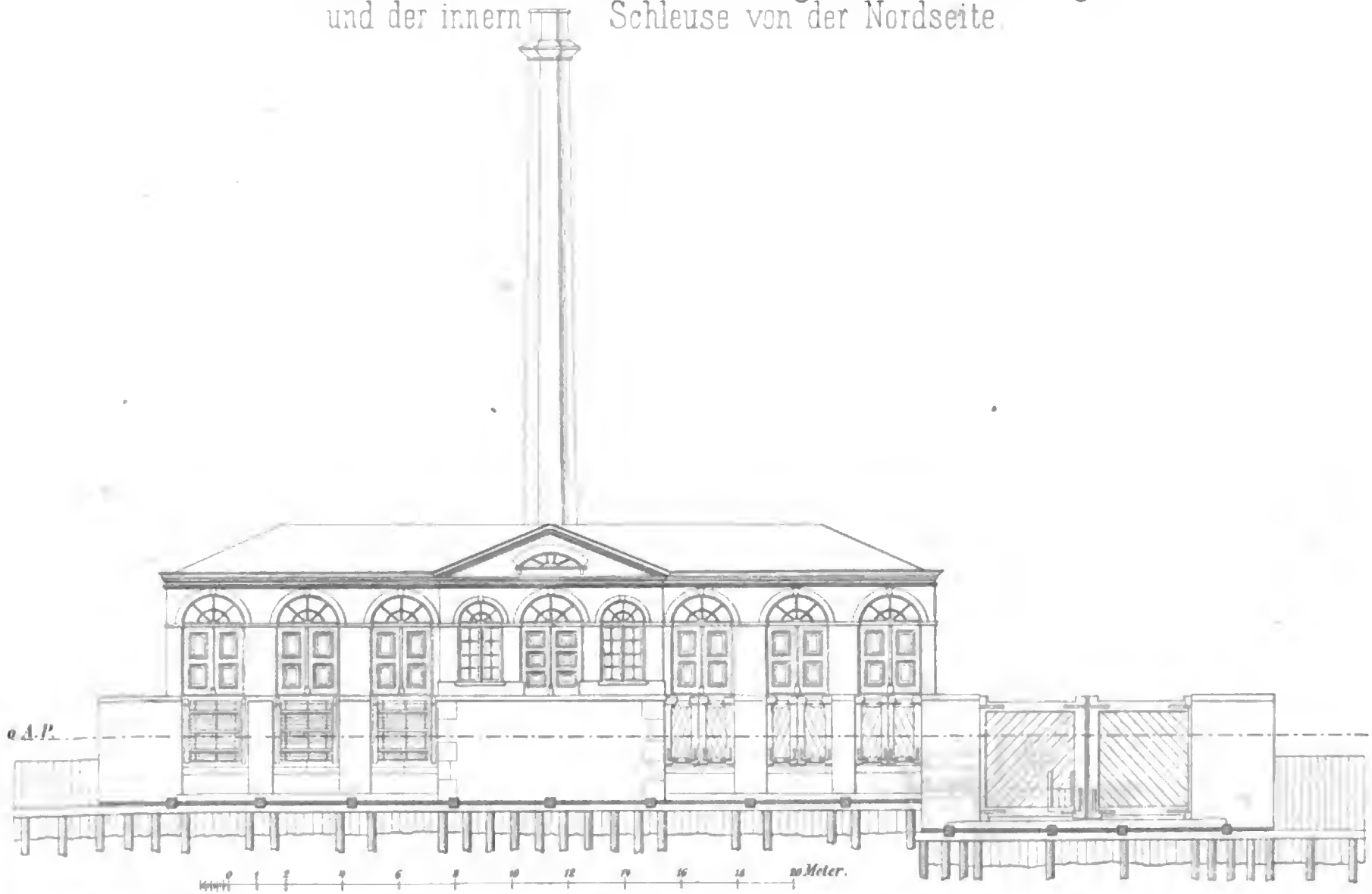
Sämmtliche Kosten für Unterhaltung, Reparatur, Verbesserungen, Personal, Steinkohle und Schmiere beliefen sich demnach auf 392,091 fl.

164. Bevor wir diese Uebersicht schließen, dürfte es nicht ohne Interesse sein einige Worte darüber zu bemerken, was mit dem neuen Polder geschah, nachdem er am 1. Juli 1852 war trocken gelegt worden. Der folgende Herbst war sehr regnerisch; es geschah also das, was oft bei den am besten eingerichteten Poldern geschieht, daß er nämlich im Winter theilweise überschwemmt wurde, ohne daß man Abhülfe leisten konnte, denn die innern Kanäle und Gräben zur Aufnahme des Wassers und Leitung desselben zu den Maschinen waren noch nicht ausgegraben und es mußten diese Maschinen in Folge des mit dem Rhijnland im Jahre 1847 abgeschlossenen Contracts oft stehen bleiben. Gegen Ende des Jahres 1852 mußte man das Graben der Kanäle und Gräben unterbrechen; nur an den großen Kanälen, welche die Maschinen unter sich verbinden, setzte man die Arbeit fort, weil man sie wegen der außerordentlichen Dringlichkeit trotz der Schwierigkeiten und Beschwerden der Jahreszeit vollenden wollte. Die Folge davon war, daß das Wasser von 4m50, wie es im August 1852 stand, bis 3m69 — O. A. stieg. Der Frühling des Jahres 1853, ebenfalls regnerisch und kalt, war keine günstige Zeit, als aber die großen Kanäle, von denen die Rede war, am Ende des Jahres 1852 (175) vollendet waren und das Wasser demnach zu den Maschinen gelangen konnte, befand sich der Polder im Monat Juni 1853 wieder trocken.

Die Dampfmaschine zu Halfwege. — 165. In dem Projecte von 1837, das den Arbeiten der Commission als Anhaltspunkt dienen sollte, hatte man auf eine vierte Schleuse bei Halfwege gerechnet, wo das Rhijnland deren schon drei zum Abfluß des Wassers nach dem Meeresarm Y besaß. Die Kosten waren mit 40000 fl. berechnet

Digitized by Google

# Vordere Ansicht des Dampfmaschinengebaudes zu Halfwege, und der innern Schleuse von der Nordseite.

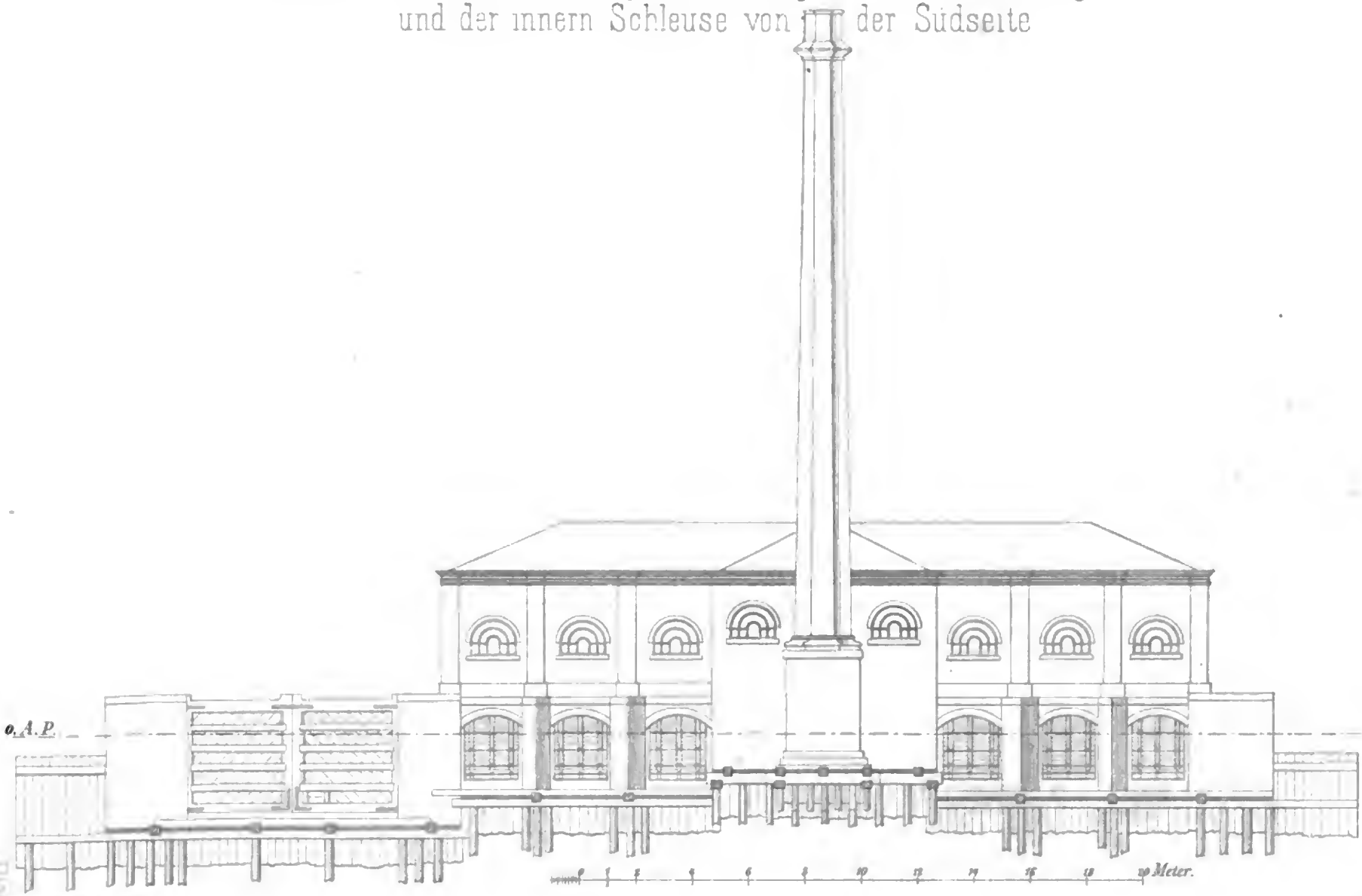



Allgem Bauzeitung. 1865



Digitized by Google

Hintere Ansicht des Dampfmaschinengebäudes zu Halfwege,
und der innern Schleuse von der Südseite




Allgem Bauzeitung. 1865.



Digitized by Google

worden und es wurde durch dieſe Anlage bezweckt, auf dieſem Punkt einen Abfluß zu haben, wenn günſtige Winde das Waſſer gegen die Schleuſen treiben.

Aus Vorſicht beeilte ſich die Commiſſion nicht, dieſe vierte Schleuſe zu erbauen: ſie wollte vorher die Wirkung der Dampfmaſchine bei Sparendam und der Schließung des Sees auf die Ankunft des Waſſers bei den Schleuſen von Halfwege kennen lernen, denn künftig ſollte der Umfangskanal allein das Waſſer dahin leiten, während früher der ganze See von den Winden mit Heftigkeit gegen dieſe Schleuſen geworfen wurde.

Durch die Erfahrung hatte man den großen Vortheil einer Dampfmaſchine gegen eine einfache Schleuſe, dann aber noch kennen lernen, wie die drei beſtehenden Schleuſen bei günſtiger Zeit an und für ſich bei weitem mehr Waſſer entleerten als der Umfangskanal auf natürliche Weiſe führen konnte. Die Koſten einer Dampfmaſchine waren ohne Zweifel weit bedeutender, doch war dieſe Ausgabe unbeſtritten eine nützliche. Eine Summe von 150,000 fl. mehr konnte auf die unvorhergeſehenen Ausgaben geworfen werden; eine Summe von 40,000 fl. für eine vierte Schleuſe wäre eine unnütze Ausgabe geweſen.

Die Commiſſion ſchreckte dieſe Mehrausgabe nicht ab, ſie überlegte ſeit 1846 aber reiflich und verhandelte darüber mit der Verwaltung des Rhijnlandes, ob eine zweite Dampfmaſchine zur Entleerung des Baſſins nicht zweckmäßiger bei der Stadt Gouda an dem Yſſelfluſſe, an der andern Seite des Diſtricts, oder aber an der Nordſee bei dem Kanal von Katwijk anzulegen wäre. Von beiden Seiten gab man die Stelle bei Katwijk bald auf; der Zuleitungskanal war trotz ſeiner Verbreiterung noch zu ſchmal, um für eine Dampfmaſchine hinreichend zu ſein, und die Fluth der Nordſee ſtieg oft höher als in dem Meeresarm Y. Eine Dampfmaſchine konnte nach der Anſicht der Rhijnlandverwaltung bei Halfwege 750 Kubikmeter Waſſer pro Minute ausgießen, an der Yſſel aber nur 700 Kubikmeter. Es wurde daher Halfwege der Vorzug gegeben, wo die Hauptausgießung des Rhijnlandes in dem Y ſtattfindet, und es war daher von Wichtigkeit dort eine zweite Dampfmaſchine zu beſitzen, um gedeckt zu ſein, wenn die von Sparendam nicht ſollte arbeiten können.

166. Es mußten demnach neue Uebereinkünfte mit der Verwaltung des Rhijnlandes getroffen werden, denn es wäre unverzeihlich geweſen eine vierte Schleuſe für das Waſſer der Dampfmaſchine zu erbauen, während eine der drei beſtehenden Schleuſen für dieſen Zweck verwendet werden konnte, da dieſe für den Abfluß unnöthig wurden, wenn die Dampfmaſchine arbeiten ſollte. Es wurde daher die öſtlichſte Schleuſe der Commiſſion übergeben, doch mußte ſie auch für den natürlichen Abfluß conſervirt werden, wenn ein ſolcher ſtattfinden ſollte; zu dieſem Ende hätte man freilich eine innere Schleuſe in dem Damme erbauen müſſen, welcher das Becken des Rhijnlandes von dem kleinen Baſſin zwiſchen der Dampfmaſchine und der öſtlichen Schleuſe trennen ſollte; dieſe neue innere Schleuſe aber konnte leicht und billig ſein; ſie ſollte das kleine Zwiſchenbaſſin abſchließen, wenn die Dampfmaſchine arbeitete, und dem Waſſer des Umfangskanals Abfluß gegen die öſtliche Schleuſe im Fall des natürlichen Abfluſſes verſchaffen. Es gab viele Schwierigkeiten, um ſich mit dem Rhijnlande in Betreff der Dimenſionen dieſer innern Schleuſe, der Herſtellung des Dammes und des geeignetſten Platzes zur Errichtung der Maſchine zu verſtändigen. Als endlich alles in Ordnung gebracht und bereit war im Monat Juli 1848 zur Adjudication zu kommen, traten finanzielle Hinderniſſe ein, und die Regierung erſuchte uns um die Vertagung der Ausbietung der Arbeiten, was bis zum Jahre 1850 dauerte, in welchem das Geſetz vom 21. December die nöthigen Fonds anwies.

167. Die Adjudication des Gebäudes und der übrigen Arbeiten fand im April 1851 ſtatt (LXVI).

Die Dampfmaſchine zu Halfwege hat eine Kraft von 100 Pferden und iſt der 200 Pferdekraft ſtarken Maſchine von Sparendam in der Conſtruction und im Ganze ähnlich. Auf Seite 295 und 297 iſt die vordere und hintere Anſicht des Dampfmaſchinengebäudes zu Halfwege und nach Seite 256 die vordere Anſicht und drei Durchſchnitte der Dampfmaſchine von Sparendam dargeſtellt. Aus der Vergleichung dieſer Zeichnungen erſieht man den Unterſchied der Dimenſionen, doch ſind bei der Maſchine zu Halfwege einige Verbeſſerungen angebracht worden.

Die Dampfmaſchine zu Halfwege iſt im Allgemeinen nach dem Syſtem des Landes Wallis mit doppelter Wirkung, mit Expanſion und Condenſation, ſo wie mit horizontalem Cylinder conſtruirt worden. Dieſer Cylinder hat eine Stärke von $1^m015$, die Länge des Kolbenhubes iſt $2^m438$, und es werden pro Minute $13^1/_2$ Hübe gemacht. Die Schwungräder haben einen Durchmeſſer von $7^m619$. Die drei Keſſel haben eine Länge von $8^m53$ und eine Breite von $1^m68$; über ihnen befindet ſich ein Dampfreſervoir von $1^m21$ Breite und $6^m40$ Länge. Die Speiſung der Keſſel findet mittels einer Druckpumpe ſtatt, die durch die Maſchine



Digitized by Google

ſelbſt in Bewegung geſetzt wird. Der gewöhnliche Dampfdruck iſt 3 Kilogrammes pro Quadratcentimeter, die Probe wurde auf $4^1/_2$ Kilogrammes gemacht.

Die Maſchine ſetzt ſechs Schaufelräder in Bewegung, wovon drei an jeder Seite liegen. Alle haben einen Durchmeſſer von $6^m60$ und eine Breite von $2^m0$, zuſammen alſo von $12^m0$. Wie bei Sparendam können ſie zugleich oder zum Theil arbeiten, je nach der Höhe, zu welcher das Waſſer gehoben werden ſoll.

168. Die neue innere Schleuſe iſt $9^m80$ lang, $7^m50$ breit und hat eine Tiefe von $2^m80$ — O. A.; ihre Höhe iſt $1^m50$ + O. A., welche Höhe auch die des Dammes iſt, welcher das kleine Baſſin vor der Dampfmaſchine bildet. Dieſes Baſſin hat einen Flächenraum von beiläufig 0,80 Hectaren und mündet in das Y durch die erwähnte ſchon beſtehende Schleuſe aus, deren lichte Weite nur $5^m51$ bei einer Tiefe von $2^m12$ — O. A. iſt.

169. Die Aufſtellung der Dampfmaſchine zu Halfwege erforderte noch einige andere Nebenarbeiten und Nebenausgaben. Man mußte Expropriationen vornehmen, eine Wohnung für die Mechaniker herſtellen, und dem Regen- und anderem Waſſer, das dort zuſammenlief, wo jetzt das kleine Baſſin der Dampfmaſchine beſteht, eine neue Ausmündung verſchaffen. Zu letzterem Zwecke wurde ein neuer Ablaß unter der großen Straße von Harlem nach Amſterdam für nöthig erachtet (LXXXVIII).

Die Geſammtkoſten beliefen ſich auf 184,261 fl.

Eintheilung, Größe und Waſſerſtand des Polders des Harlemmer Meeres — 170. Bei jeder Entwäſſerung iſt die Theilung des Terrains, die man im Holländiſchen mit dem techniſchen Worte „Verkaveling" bezeichnet, von der größten Wichtigkeit. Man verſteht darunter zu gleicher Zeit die Theilung der entwäſſerten Ländereien in „Looſe" oder Terrainflächen, die zur Landwirthſchaft geeignet ſind, ſo wie das Ausheben der Scheide- und Abflußgräben zwiſchen dieſen Parzellen, die Anlage der Kanäle, die mit den Gräben dem Polder als Baſſin, Waſſerleitungen und zur innern Verbindung der Schiffe dienen, endlich die Herſtellung der Brücken und Wege.

Bei einer ſo großartigen Entwäſſerung, wo der Dampf allein die belebende Kraft iſt, haben alle dieſe Arbeiten eine doppelte Wichtigkeit und zwar ſowohl wegen der großen Koſten als auch weil es ſich dabei um ein ganz neues Verhältniß handelt, das zwiſchen der Räumlichkeit des Baſſins in dem Polder und den Ausſchöpfungsmitteln zu berechnen iſt; dann aber daraus, daß man es mit dem Dampf ſtets in ſeiner Gewalt hat, das Ueberwaſſer des Polders in jedem Moment auszuſchöpfen, entſteht die Folge, daß das Becken beſchränkter ſein kann, denn es braucht nicht wie bei den Windmühlen als Baſſin oder Waſſerbehälter bis zum Eintritt günſtiger Winde zu dienen, die oft Tage und Wochen auf ſich warten laſſen, bis das Spiel der Mühlen beginnen kann.

In dem Project von 1837, das die Commiſſion im Allgemeinen als Anhaltspunkt betrachten mußte, waren die Koſten des künftigen Polders mit 1,131,000 fl. angenommen worden, doch rechnete man damals darauf, daß der Theil des Sees, welcher das Spieringmeer genannt wird und einen Flächenraum von beiläufig 1400 Hectaren hat, in der Entwäſſerung nicht mit inbegriffen ſein würde, wie es ſpäter doch geſchah (84). Das die Koſten der Entwäſſerung regulirende Geſetz von 1843 hatte dieſe Summe auf 1,627,000 fl. feſtgeſetzt.

Seit dem Jahre 1845 hatte die Commiſſion, mit Ausnahme einiger Modificationen einen von dem Ingenieur Beyerinck entworfenen Theilungsplan angenommen, deſſen Koſten ſich auf 1,287,121 fl. beliefen (Blatt 747). Dieſer Gegenſtand mußte lange Zeit vorher verhandelt werden und es hing die Anlage der Maſchinen des Cruquius und des Lijnden zum Theil davon ab, denn ſie mußten ſich an den Enden großer Binnenkanäle befinden, deren Richtung von der Art ſein mußte, daß ſie die tiefſten Stellen des Sees berühren.

171. Um die verſchiedenen Tiefen genau kennen zu lernen, hatten die Ingenieure Kock und Beyerinck einen Winter benutzt, wo der See gänzlich zugefroren war, um Tiefenmeſſungen anzuſtellen und hiernach wurde der im vorigen Paragraph erwähnte Plan entworfen, in welchem die großen Kanäle mit den Maſchinen Cruquius und Lijnden ſo correſpondiren, daß ein ſchneller Abfluß des Schöpfwaſſers durch die Schleuſen ſtattfinden kann.

172. Nach der allgemeinen Karte, wo die Theilung des neuen Polders mit allen Details angegeben iſt, betrug die Oberfläche des von dem Umfangskanal nicht eingeſchloſſenen Terrains . . . . . 18302 Hectaren

von denen einige vorſpringende Winkel alter Polder abzuziehen ſind, die durch den Umfangsdeich geſchnitten wurden, deren Waſſer ſich nicht in den neuen Polder ergießen . . . . . 148 „

Es müſſen daher trocken gehalten werden 18154 Hectaren.

Digitized by Google

Urſprünglich war der Plan auf eine Theilung in Parzellen von je 5 Hectaren baſirt.

| | | |
|---|---|---|
| Der Flächenraum der großen Längen- und Querkanäle beträgt | 71,43 | Hectaren |
| der übrigen Längenkanäle | 68,64 | „ |
| „ Querkanäle | 39,36 | „ |
| der Gräben | 1134,00 | „ |
| Zuſammen | 1313,43 | Hectaren |

oder $^1/_{14}$ der ſämmtlichen Grundſtücke.

Bei gewöhnlichen Poldern mit Windmühlen beträgt dieſes Verhältniß $^1/_{10}$ oder $^1/_{12}$. Nach dem Plan hatte man alſo das Baſſin in dem Polder um $^1/_{10}$ oder $^1/_{12}$ vermindert, wegen der ſtets disponiblen Dampfkraft, mit der man in jedem Moment das Regenwaſſer fortſchaffen kann, während bei Mühlen oft lange Zeit hindurch auf günſtigen Wind dazu gewartet werden muß.

Es handelte ſich hier darum, einige neue Aufgaben zu löſen:

1. Theilt man das Terrain in große Parzellen, ſo erſpart man natürlicher Weiſe die Koſten für die Anlage vieler Gräben. Machte man z. B. Looſe von 10 Hectaren, ſo konnte man ſtatt zwei Gräben nur einen Graben anlegen, und wir hätten nach den gewöhnlichen Koſten dieſer Gräben 368,550 fl. erſpart, ſo wie 500 Hectaren Land mehr verkauft. Nähme man die Parzellen mit 20 Hectaren an, ſo würde man auf 4 Gräben 3 oder eine Summe von 582,825 fl. erſparen und man könnte 750 Hectaren Land mehr verkaufen. Man erſieht hieraus, wie bei einem ſo großen Unternehmen die dem Anſcheine nach unſcheinbaren Dinge in der Wirklichkeit eine hohe Wichtigkeit erlangen.

2. Es handelte ſich nun darum, ob ſolche große Parzellen für die Landwirthſchaft nicht nachtheilig ſein oder die Käufer abſchrecken würde. Wir waren dieſer Anſicht nicht. Es iſt eine allgemeine Regel, daß die Käufer die Gräben in ihrer urſprünglichen Breite und Tiefe erhalten müſſen, weil ſonſt das Baſſin zum Theil verſchwinden würde. Dieſe Arbeit iſt koſtſpielig und hat ſeine Schwierigkeiten in ſchlammigem und weichem Erdreich wie man es beinahe in allen neuen Poldern findet. Ohne Rinnen im Anfange und ſpäter ohne Gräben iſt die Cultur unmöglich. Wir waren der Meinung, daß die Käufer lieber große Parzellen mit geringerer Unterhaltung als zahlreiche Gräben, und mehr Freiheit diejenigen anzulegen, welche ſie für nöthig erachten, haben möchten. Wenn übrigens die Käufer verhältnißmäßig weniger bieten ſollten für große Parzellen, ſo hätte man immerhin eine ſehr große Summe erſpart, indem man weniger Gräben auszuführen und 750 Hectaren Land mehr zu verkaufen hätte. Indeſſen wagte man es vorläufig nicht, Parzellen von 20 Hectaren zur unveränderlichen Regel zu machen, um ſo weniger als bei den Theilungen gegen die Mitte des Sees zu einige hundert Hectaren etwas tiefer gefunden wurden als der Boden im Allgemeinen iſt, ſo daß man ſie vielleicht iſoliren mußte, indem man einen oder zwei kleine Polder in dem großen anlegte und daran ein Paar Windmühlen errichtete, die das Waſſer von ihnen nach dem Baſſin des großen Polders ergießen. Es entſtand aber durch dieſen Umſtand eine Verminderung dieſes Baſſins.

3. Bei Parzellen von 10 Hectaren würde das Baſſin des Polders wie geſagt von $^1/_{14}$ der ganzen Polderfläche auf $^1/_{22}$ und bei ſolchen mit 20 Hectaren auf $^1/_{21}$ vermindert.

Wird aber ein Baſſin von ſo geringer Ausdehnung, ſelbſt bei der äußerſten Kraft des Dampfes immer hinreichend ſein? Dieſe Frage läßt ſich folgendermaßen beantworten. Zuvörderſt werden die Rinnen und Gräben, welche die neuen Eigenthümer in ihrem landwirthſchaftlichen Intereſſe nothwendiger Weiſe anlegen müſſen, an und für ſich das Baſſin des Polders vergrößern und für den Fall, daß ſpäter noch eine andere Vergrößerung unvermeidlich befunden würde, könnte die Möglichkeit dazu erreicht werden, ohne die Intereſſen der Käufer zu ſehr zu verletzen; in den Verkaufsbedingungen wäre für die künftige Verwaltung des Polders nur die Verpflichtung auszudrücken, das Baſſin bloß durch die Erweiterung der beſtehenden Kanäle und Gräben zu vergrößern, keineswegs aber durch die Anlage neuer.

Kurz, der Plan des Ingenieurs Beyerinck wurde angefertigt, mit der einzigen Modification indeſſen, daß man nur mit der Bildung von Parzellen zu 20 Hectaren anfing und dabei diejenigen Veränderungen im Auge behielt, die durch die ſchiefe Richtung längs der Ufer des Sees nothwendig werden. Für die Theilung des Polders wurden die Koſten in runder Summe mit 1,250,000 fl. berechnet. Für dieſen Betrag mußten nach dem angenommenen Plane außer den vielen nothwendigen Gräben die beiden großen Längen- und Querkanäle auf einer Linie von 30,000$^m$0, die Längen- und Querkanäle auf einer Strecke von 150,000$^m$0 gegraben, die Wege in einer Ausdehnung von 198,000$^m$0 hergeſtellt und 65 Brücken erbaut werden, wovon 12 über die großen Kanäle. Den Kanälen wurden die Namen gegeben, wie ſie auf **Blatt 747** angegeben ſind.



Digitized by Google

173. Die oben erwähnten Peilungen (171) hatten nicht bloß den Zweck die Tiefen des Sees kennen zu lernen; sie sollten hauptsächlich zur Bestimmung des Sommerwasserstandes oder des niedrigsten Wasserstandes des künftigen Polders dienen. Dies ist das Niveau, das bei jedem Polder als unzertrennlich von der Landwirthschaft in der guten Jahreszeit angenommen wird und nicht zu hoch steigen darf, damit die Getreidefelder und Wiesen nicht leiden, das aber auch nicht zu niedrig sein darf, weil es an Wasser für das Vieh fehlen möchte. Nach diesem angenommenen Niveau muß also nicht bloß die Tiefe der Kanäle und Gräben im Polder, sondern auch die Tiefe regulirt werden, in der die Maschinen das Wasser auszuschöpfen haben. Nach den vorhergegangenen Untersuchungen hatte man für den Leeghwater einen Sommerwasserstand von $5^m0$ — O. A. angenommen und bei den Versuchen wurde der Beweis geliefert, daß er im Stande sei, das Wasser bis $5^m20$ — O. A. auszuschöpfen. Sollte man nun dieselbe Basis für den Cruquius und Lijnden annehmen? Diese Frage hing wesentlich mit der der Theilung des Polders zusammen, denn die durch die Untersuchungen constatirte Tiefe genügte nicht bloß, um über das Niveau des Sommerwassers zu entscheiden; man mußte auch Rücksicht nehmen auf die natürliche Senkung jedes neuen Terrains in irgend einem Polder. Mit Schlamm bedeckt, von Wasser durchdrungen, ein wahrhafter Schwamm, wenn es zum erstenmale trocken wird, zieht sich dieses Erdreich zusammen und sinkt.

Dieses Sinken betrug bei der Entwässerung des 5000 Hectaren enthaltenden Polders, der Zuidplas genannt, südlich von Leyden, $1^m0$. In dem Harlemmer Meere hatte man bei der Untersuchung weniger Schlamm, einen festern Boden unter diesem Schlamm gefunden und man hatte die Peilungen bis zu diesem Boden bewirkt; in einer durchschnittlichen Tiefe von $4^m10$ — O. A. fand man diesen Boden fest und man glaubte daher, wo hier bessere Verhältnisse als beim Zuidplas stattfanden, das Sinken mit nicht mehr als $0^m35$ annehmen zu müssen, in welchem Falle das ausgetrocknete Terrain nach dem Sinken sich in einer Tiefe von $4^m45$ — O. A., d. h. $0^m55$ höher befand als der Sommerwasserstand von $5^m0$, der früher bei der Gründung des Leeghwater angenommen war. Es war daher nicht dringend nothwendig, daß der Cruquius und der Lijnden in Bezug auf ein tieferes Niveau errichtet wurden; aus Vorsicht aber wurde beschlossen, die beiden Maschinen so anzulegen, daß sie das Wasser bis $0^m25$ tiefer ausschöpfen als der Leeghwater, denn man konnte später keine Veränderung mit den Maschinen vornehmen, wogegen erforderlichenfalls die Gräben und Kanäle vertieft werden können.

Der Sommerwasserstand wurde demnach auf $5^m0$ — O. A. festgesetzt, obgleich das Wasser von dem Leeghwater bis $0^m20$ und von den beiden andern Maschinen bis $0^m45$ darüber ausgeschöpft werden kann. Die Tiefe von $6^m0$ — O. A. wurde für die Sohle der Kanäle angenommen. Seit dem Monat Februar 1850, als die drei Maschinen den Spiegel des Sees bei $2^m0$ — O. A. gesenkt hatten und die niedrigsten Ufer nächst dem Leeghwater sich zu verlanden anfingen, mußte man sich mit den Kanälen beschäftigen. Man begann die beiden großen Kanäle von den Maschinen bis zu einer geringen Distanz und bloß mit der Tiefe von $3^m0$ — O. A. (LXXIV). Man konnte sie später mit viel geringeren Kosten tiefer machen als wenn man ihnen gleich die ganze Tiefe gegeben hätte. Von dem Monat Juli an mußte man beim Leeghwater und Cruquius diese Kanalanfänge auf einige $100^m0$ verlängern und sie bis $4^m0$ vertiefen (LXXVI); dieselbe Arbeit war im August bei dem Lijnden (LXXVIII) vorzunehmen und es waren alsdann für die beiden andern Maschinen die im Juli genehmigten Verlängerungen auszuführen; der Leeghwater verlangte schon eine Verlängerung von $1800^m0$ (LXXIX). Im November konnte man das Ausheben der Kanäle und Gräben auf einer Strecke von mehreren tausend Metern in Verding geben. Diese Arbeiten kosteten im Jahre 1850 die Summe von 75,908 fl.

174. Während des Sommers 1851 verlängerte man von neuem die beiden großen Kanäle und brachte ihre Tiefe auf 4 bis $5^m0$ — O. A. (LXXXI). Diesen Arbeiten folgte bald die Anlage mehrerer Gräben und Kanäle an den zuerst trocken gewordenen Stellen (LXXXIV), und im Herbst gab man eine gleiche Arbeit in Entreprise (LXXXIX); im September aber hatte man schon eine neue Verlängerung des großen Kanals bei dem Lijnden in der ganzen Tiefe von $6^m0$ — O. A. angefangen, zu welcher auch die früher angelegten Theile gebracht wurden (LXXXV). Im Herbst desselben Jahres versuchte man zweimal vorgeblich die Adjudication von ähnlichen Verlängerungen beim Leeghwater und Cruquius (LXXXVI), denn die Unternehmer fürchteten das Wiedererscheinen des Wassers im Winter. Während des Jahres 1851 kosteten also die Theilungsarbeiten des Sees 171,199 fl.

175. Im Jahre 1852 nahmen die genannten Anlagen eine viel größere Ausdehnung. Die gänzliche Vollendung der beiden großen Längen- und Querkanäle wurde im Monat

Digitized by Google

April in Verding gegeben (XCI); im Monat Juni fand die kostspielige Beseitigung einer dicken Schlammschicht statt, die sich an mehreren Stellen der kürzlich vollendeten Kanäle angehäuft hatte (XCIII). Bald folgte eine neue und gänzliche Vertiefung des großen Kanals bei dem Lijnden bis zu 6m0 — O. A., mit einer Straße an der Seite, und die ersten Gräben in dem das Spieringmeer genannten Theile (XCVI); später eine neue Vertiefung von mehreren einfachen Kanälen an zwei verschiedenen Stellen (XCVII und XCVIII), und endlich die Vollendung der ganzen Eintheitheilung des nordwestlichen, das Spieringmeer genannten Theils (C).

Die im Jahre 1852 verausgabte Summe belief sich auf 351,889 fl.

Durch zwei Umstände wurde die Vollendung dieser Werke hinausgezogen. Große Deicharbeiten, die in der Provinz Zeeland unternommen wurden, wo englische Actionaire verschwenderisch bezahlten, vertheuerten den Arbeitslohn derart, daß es unsere Unternehmer vorzogen, die für Verzögerungen bestimmten Strafen zu bezahlen als die Forderungen der Arbeiter zu erfüllen. Dann entstand dreimal eine Art von Meuterei unter den Arbeitern, deren Anzahl sich manchmal auf 2000 erhob, und welche sich weigerten ohne Erhöhung des Lohnes ihre Arbeiten fortzusetzen. Inzwischen stellte eine starke Militairabtheilung und die Entfernung der Rädelsführer die Ordnung wieder her. Doch hatten diese beiden Ereignisse die Unannehmlichkeit, daß mehrere Arbeiten, welche am 1. August vollendet sein sollten, wie die beiden großen Kanäle, noch nicht ihr Ende erreicht hatten, als der außerordentlich regnerische Herbst des Jahres 1852 herankam. Wir gestatteten es einigen Entrepreneurs ihre Arbeiten einzustellen und sie erst wieder zu beginnen, wenn das Wasser des Sees bis auf 4m0 — O. A. gefallen sein würde; es lag aber zu sehr in unserem Interesse die beiden großen Kanäle schnell beendigt zu sehen, um sie sich selbst zu überlassen; es wurden daher die Arbeiten an denselben trotz des stets wachsenden Wassers mit seltener Beharrlichkeit fortgesetzt und am letzten Tage des Jahres vollendet, wonach die drei Schöpfmaschinen zum großen Vortheil der Entwässerung durch tiefe und breite Kanäle sich vereinigt sahen, welche ihnen das Wasser von allen Seiten des Sees zuführten.

Das Erdreich begünstigte durch seine Festigkeit die Theilungsarbeiten; beinahe überall grub man in tiefen Schichten von Lehm; die Ufer waren mit Torf gemischt, was im Allgemeinen das mit neuen Entwässerungen verbundene Uebel, das Eingehen der Böschungen und folglich das Versperren der Kanäle, verhütete.

Nebenarbeiten. — 176. Im §. 104 wurde von der gewöhnlichen Unterhaltung der vollendeten Werke gesprochen. Diese Arbeit wurde natürlicher Weise immer beschwerlicher, je mehr die Werke an Umfang zunehmen. Der Schutz der neuen und weichen Böschungen des Umfangsdeiches gegen die heftigen Wogen erforderte vom Anfange an viele Kosten; man mußte sie größtentheils mit einer Schicht Stroh oder Rohr bespicken, und trotz alledem mußte im Jahre 1846 eine außerordentliche Ausgabe von 9000 fl. dafür gemacht werden.

Am meisten kostete diese Unterhaltung in den beiden mit dem Monat Mai endenden Jahren 1847 und 1849; dann nahmen die Ausgaben dafür ab und erreichten im Monat Mai die Totalsumme von 267,099 fl.

Außer der Rollbrücke zu Lisse, welche im Jahre 1851 eine starke Beschädigung erlitten (XC), wurde weiter nördlich seit 1845 eine ähnliche Brücke zur Verbindung mit Harlem erbaut (XLVI); andere Arbeiten kamen bei zwei Brücken nächst Lijnden in der Richtung nach Amsterdam und bei dem Dorfe Aalsmeer vor (LXII und LXIII). Schon früher bestandene Straßen stoßen an diese vier Brücken, bei denen eine Wächterwohnung errichtet wurde.

Bei Halfwege begnügte man sich mit einer Fähre über den Umfangskanal und legte eine macadamisirte Straße längs des Deiches bis zum Lijnden an (XCIX). Eine andere ähnliche Fähre war errichtet worden, um dort temporair verwendet zu werden, wo es das Bedürfniß erforderte (LXXXVII). Eine an den Cruquius anstoßende Straße wurde auf gemeinschaftliche Kosten mit der betreffenden Gemeinde erbaut.

Alle diese Kosten für den öffentlichen Verkehr beliefen sich auf 54,769 fl.

Bei den drei von jeder Wohnstätte entfernt gelegenen Schöpfmaschinen befand sich keine Localität für das dabei beschäftigte Personal; auch machte sich bald das Bedürfniß eines Etablissements zu vorkommenden sofortigen Reparaturen bemerkbar; man mußte oft der kleinsten Gegenstände wegen zu entfernten Handwerkern senden, womit immer ein großer Zeitverlust verbunden war. Im Jahre 1846 erbaute man daher nächst dem Leeghwater Wohnungen für das dabei angestellte Personal und eine Reparaturwerkstätte für alle Maschinen, das mit einem Magazin (LIV), einer Schmiede, mehreren mechanischen Drehbänken und einer

Digitized by Google

Dampfmaſchine von 6 Pferdekraft verſehen war und vortreffliche Dienſte leiſtete.

Die Wohngebäude des Leeghwater waren bei der Aufſtellung der Maſchinerie von den fremden Arbeitern ſo verwahrloſt worden, daß man für den Cruquius und den Lijnden im Jahre 1847 zuerſt nur die äußern Mauern erbaute, ſo daß die Arbeiter darin wie in einem großen gemeinſchaftlichen Saale zubrachten (LX); das Innere wurde erſt zwei Jahre ſpäter vollendet (LXXI). Die Kohlenmagazine für die beiden letzteren Maſchinen waren ſchon im Jahre 1848 errichtet worden (LXVIII).

177. Die Entrepreneurs der Gebäude für die Maſchinen waren nicht verpflichtet die Gräben für die Fundamente beſtändig trocken zu halten, indeſſen mußte man ſpäter die Gruben von neuem ausſchöpfen, theils um die Maſchinen aufzuſtellen und um den Boden der Pumpen unterſuchen zu können. Zu dieſem Behuf verſchaffte man ſich im voraus eine kleine tragbare Dampfmaſchine von 6 Pferdekraft für die Summe von 6000 fl.; da ſie aber in gleicher Zeit nicht für alle drei, ſondern nur für eine Dampfmaſchine gebraucht werden konnte, ſo wurde noch eine, jedoch von 10 Pferdekraft für 8240 fl. erbaut; eine vollkommene Maſchine und diejenige, die bei der Trockenlegung des Cruquius im Anfange ſo vortreffliche Dienſte leiſtete (154), auch ſpäter dort ſtehen blieb und mehrmals ganz allein die Ausſchöpfung dieſer Grube bewirkt hat, was aber ſeit der Umſchließung mit Spundwänden (154) unmöglich geworden iſt. Die andere tragbare Maſchine iſt für den Leeghwater beſtimmt.

Rückblick auf die zweite Periode bis 1. October 1853 (137). — 178. Alle Angelegenheiten der Expropriation waren ſeit langer Zeit beendet.

Die Abflußmittel des verengten Baſſins des Rhijnlandes wurden durch die Erweiterung des Kanals und der Schleuſen von Katwijk im Jahre 1844 vermehrt. Ein anderes Hülfsmittel für denſelben Zweck, die Dampfmaſchine zu Sparendam, befand ſich nach vielen Widerwärtigkeiten im Jahre 1845 im vollkommenen Arbeitszuſtande. Ein drittes Hülfsmittel derſelben Art, die Dampfmaſchine von Halfwege, war ſeit dem Frühjahr 1853 in Thätigkeit und ein viertes, die Dampfmaſchine an der Yſſel, war noch der Gegenſtand ernſtlicher Berathungen. Wenn man dieſes neue Werk errichtet, ſo erhält man zugleich, weil es ſich damit gänzlich verbindet, ein fünftes Hülfsmittel für das Baſſin des Rhijnlandes, jedoch zu einem ganz entgegengeſetzten Zwecke, dem nämlich, daſſelbe nach dem Contracte von 1847 mit Waſſer zu verſorgen, während der trockenen Zeit im Sommer; denn dem durch die Entwäſſerung des Sees beengten Baſſin kann es in der ſchönen Jahreszeit eben ſo gut an Waſſer fehlen, als es damit in der ſchlechten überlaſtet iſt.

Der Umfangskanal und Deich bilden einen Gürtel von 11 Wegſtunden und wurden ſeit der Schließung des Sees im Jahre 1848 ausgeführt.

Der Leinpfad längs dem Spaarne, von Sparendam bis zum See und rings um denſelben, die Stationsplätze für die Zugpferde und ein Reglement über dieſen Gegenſtand, verleihen der Schifffahrt eine größere Sicherheit als früher über den See.

Ein Contract der ſchwierigſten Art, durch welchen mit der Verwaltung des Rhijnlandes gegenſeitige Rechte während und nach der Entwäſſerung feſtgeſtellt werden, wurde im Jahre 1847 abgeſchloſſen.

Der im Jahre 1845 vollendete Leeghwater begann die Ausſchöpfung ganz allein ſogleich nach der Umſchließung.

Der Cruquius und der Lijnden kamen im Jahre 1849 nach ihrer Vollendung dem Leeghwater zu Hülfe.

Nachdem die Ausſchöpfung 39 Monate gedauert, wurde ſie im Monat Juli 1852 ungeachtet der gezwungenen Stillſtände der Maſchinen beendigt, und es betrug die Maſſe des ausgegoſſenen Waſſers 247,173,301 Kubikmeter mehr als man vorausberechnet.

Die Theilung des Polders, die nach einem während der Ausſchöpfung gemachten Plan begonnen wurde, war zur Hälfte ausgeführt und wurde ohne Unterbrechung fortgeſetzt.

Eine Menge von Nebenarbeiten wurden bei paſſender Gelegenheit ausgeführt.

Die Deiche und Kanäle, die Gebäude, die Maſchinen befanden ſich im beſten Zuſtande. Die Maſchinen hatten bei ihrer langen Arbeit wenig gelitten und arbeiteten jetzt mit größerer Leichtigkeit als im Anfange.

Die Grenzen der Torfſtiche und ihr Betrieb innerhalb des Sees waren regulirt worden.

Die Verpachtung des Graſes auf den Deichen und die Gebühren für den Betrieb der Torfſtiche waren der erſte Gewinn der Entwäſſerung des Sees, von welchem in Gemeinſchaft mit den Subſidien der Provinzen Hollands eine Sicherheitscaſſe gebildet wurde, welche bald im Stande war dem öffentlichen Schatz eine Million zu liefern, um zu der Amortiſirung der aufgenommenen 8 Millionen beizutragen, welche Summe für die ausgeführten Arbeiten nicht bedeutend überſchritten worden iſt.

Digitized by Google

## Dritte Periode bis zum Monat October 1860.

179. Der See war seit dem Jahre 1852 entwässert worden, doch hatte man in dieser Zeit bloß die Gräben und Kanäle, so wie die Theilung des Bodens angefangen, welche Arbeit sich bis zum Jahre 1855 hinauszog. Der Verkauf der neuen Ländereien wurde erst im Laufe desselben Jahres beendet; die Uebergabe des Polders an seine neue Direction fand erst im Jahre 1856 statt, und die dritte für das Rhijnland nächst der Stadt Gouda errichtete Dampfmaschine konnte erst im März 1858 vollendet und der Verwaltung dieses Wasserbaudistricts übergeben werden.

Es dürfte daher nicht ohne Interesse sein vor der Beendigung dieses Berichtes über die Austrocknung des Harlemmer Meeres noch eine kurze Darstellung von der ersten Epoche der Existenz des neuen Polders und der neuen Gemeinde mitzutheilen, welche auf dem Boden gegründet wurde, wo der See verschwunden war.

Der Kanal von Katwijk (138). — 180. Im Jahre 1853 wiederholte der Ingenieur Kock seine im Jahre 1844 jedoch aus anderen Gründen gemachten Beobachtungen und er erhielt dieselben Resultate. Der neue zwischen dem See und dem alten Kanal von der Commission gegrabene neue Kanal, wie auch die Verbreiterung des alten Kanals und seiner Brücken und Schleusen erleichterten die Ableitung des Wassers gegen das Meer ungemein. Das verengte Becken des Rhijnlandes empfand bald bei jeder Oeffnung der Schleusen die wohlthätigen Wirkungen lebhafter als es das große Becken gekonnt hätte. Bei jeder Schließung der Schleusen sah man die Strömung des Kanals plötzlich unterbrochen und mit Kraft in die nahen Kanäle und Gräben zurücktreten, eine Erscheinung, welche sich vormals nicht gezeigt, welche aber auch den Beweis liefert, daß die Schleusen noch einer größeren Wassermasse den Abfluß verschaffen können, als die gegenwärtigen Abzugskanäle herbeizuführen vermögen.

Auch verlangte die Administration des Rhijnlandes im Jahre 1853 die Ausführung der oben erwähnten Erweiterungsarbeiten, indessen war der See vor derselben bereits verschwunden; das Rhijnland hatte die Dampfmaschine von Halfwege erhalten und dazu kam noch die von Gouda (191). Dies waren für sein verengtes Becken zwei mächtige Abflußmittel, auf welche man bei dem ursprünglichen Plane nicht gerechnet hatte. Die Commission war überzeugt, daß die Austrocknung des Sees allein für das Rhijnland von unendlichem Vortheil sein würde; die Regierung war nach ihrer Ansicht nicht verpflichtet, demselben noch neue Vortheile zu verschaffen; Verbesserungen zu bewilligen, die wegen der Austrocknung nicht streng genommen obligatorisch waren, hieße zu Gunsten Einiger etwas unternehmen, was eine Ungerechtigkeit für Alle wäre, denn alle mußten durch Entrichtung der Abgaben von ihrer Seite die Füllung des Staatsschatzes fortsetzen, welcher die Quelle des ganzen Unternehmens ist. Die Ausführung der gewünschten Arbeiten überstieg übrigens die Kräfte des Rhijnlandes selbst nicht; die Commission glaubte daher dem Verlangen keine Folge geben zu müssen, und was geschah nun? Nichts, als daß jetzt das Rhijnland in voller Thätigkeit ist, seine Abzugskanäle in der Richtung gegen Katwijk zu verbreitern, was ein nicht kostspieliges Werk ist und in einigen Jahren vollendet sein wird.

Der Umfangskanal und der Umfangsdeich (140). — 181. Mit diesem Gegenstande stehen die äußern Ufer des Ableitungskanals in Verbindung, deren Eigenthum sich die Commission vorbehalten hat, um wegen der guten Erhaltung des ganzen Kanals sicher zu sein.

Der Ableitungs- oder Umfangskanal und der Umfangsdeich waren seit 1848 vollendet (140). Der letztere erforderte keine Verbesserungen mehr, nachdem er bis zum Jahre 1853 an mehreren Stellen war aufgehöht worden, wodurch sich die Kosten des Kanals und des Deiches auf 1,988,257 fl. erhöhten (141). Einige Senkungen seiner Krone, die durch die an einem Orte stärkere, an andern Stellen mindere Verdichtung der Erde entstanden, wurden nicht weiter beachtet, denn diese Krone liegt überall höher als es nothwendig ist, und es war von jeher nicht die Absicht vorhanden, deren ursprüngliche Höhe zu erhalten (95). Die obere Torfschicht des Dammes fing noch einigemale Feuer, doch war ein solches Ereigniß nur einmal, im Jahre 1853, so bedeutend, daß man für das Löschen derselben einige hundert Gulden verausgaben mußte.

Der Umfangskanal schien nach den Arbeiten von 1853 (140) keine weitern mehr zu bedürfen, als im folgenden Jahre die Verwaltung des Rhijnlandes die Vollstreckung des Artikels des mit ihr abgeschlossenen Contractes (144) verlangte, welcher sich auf die Unterhaltung des Umfangskanals und seiner Brücken bezieht und wonach die Commission den Kanal in seiner ursprünglichen Tiefe und Breite

Digitized by Google

zu erhalten hat. Man sah es ein, daß diese Dimensionen an mehreren Stellen nicht mehr genau bestanden, ohne daß indessen dadurch die Räumlichkeit des Kanals überall vermindert wurde, weil die Strömung allein die weiche Erde des Bodens verschoben und oft weggeführt hatte, so daß in letzterem Falle der Kanal vertieft wurde. Die Commission beschränkte sich daher auf die Rectification des Profils an jenen Stellen, wo sich der Kanal so verengt hatte, daß die freie Circulation des Wassers gestört wurde.

Im Anfange des Jahres 1854 versuchte die Commission die Adjudication der zur Vertiefung nothwendigen Arbeiten, die aber wegen zu hoher Preise nicht genehmigt werden konnte.

Eine andere Adjudication hatte ziemlich dasselbe Schicksal; es wurden die Propositionen nur bis zur Höhe von 16,798 fl. angenommen. Erst im Jahre 1855 wurden die letzten Arbeiten nach einer dritten Adjudication für eine Summe von 14,499 fl. ausgeführt (CXVII, CXXI und CXXIV). Dessenungeachtet erforderte der Kanal bis zum Ende mehrere Ausgaben für die Reinigung und Reparatur der Ufer, die aber zu den allgemeinen Kosten für die Unterhaltung aller Werke gehörten.

Ein Phänomen, das besonders denjenigen sonderbar erscheint, welche diesen Theil des Landes nicht kennen, fand im Jahre 1855 an dem äußern Ufer des Umfangskanals an der Westseite statt. Der Kanal war hier durch schwimmendes Erdreich geführt worden, von welchem im §. 97 die Rede war und sich längs den großen auf Blatt **747** angegebenen Teichen hinzieht. Ein Flächenraum von einigen Hectaren dieses schwimmenden Terrains, das also von den alten gegen die Einbrüche des Sees angelegten Schutzbauten entfernt war, mit denen es früher in Verbindung stand, wurde eines Tages durch einen Sturm von dem Ufer des Kanals gegen die andere Seite der Teiche getrieben, und der Eigenthümer sprach die Hülfe der Commission an. Sein Terrain befand sich am entgegengesetzten Ufer, getrennt von seinen andern Feldern und auf einem Wasser schwimmend, das ihm nicht angehörte. Nun fanden wir es zur Sicherheit der Schiffe nothwendig, die Ufer des Kanals wiederherzustellen, welcher wegen des weggeschwemmten Terrains hier eine ungeheure Wasserfläche bildete. Der Eigenthümer mußte sein entronnenes Terrain wieder an das Ufer des Kanals zurückbringen und die Commission suchte es daselbst mittelst Pfähle und Stangen zu befestigen. Die Arbeit gelang und das zurückgeführte Grundstück hat keine neue Reise wieder unternommen.

Der Leinpfad. (142). — 182. Der Leinpfad längs des Umfassungskanals hatte vom Fuhrwerk viel zu leiden, sobald durch die Brücken und Fähren des Umfangskanals die Verbindung mit dem ausgetrockneten See hergestellt war. Er war für diesen Zweck zu schmal und die Räder beschädigten die Uferwände, daher auch die Unterhaltung kostspielig wurde; der Weg war so angeordnet, daß er durch eine einfache Verbreiterung zu einer fahrbaren beschotterten Straße werden konnte, auch fand dies nächst dem Leeghwater und dem Lijnden auf einer großen Strecke statt, um die Verbindung mit diesen beiden Dampfmaschinen zu erleichtern.

Die Maschinen des Leeghwater, Cruquius und Lijnden (151—157). — 183. Die drei Schöpfmaschinen setzten ihre Arbeit ohne irgend einen bedeutenden Unfall ihrer Bestandtheile bis zu der im Jahre 1856 erfolgten Uebergabe an die neue Verwaltung fort. Indessen verhinderte die Reinigung der Pumpen und ihre Reparatur mehr als einmal ihren regelmäßigen Gang; dazu kam noch ein anderer bedeutender Unfall.

Im Monat August 1855, gerade in dem Moment, wo der Lijnden trocken gelegt war, um die untern Theile der Pumpen zu untersuchen, erhob sich unvorhergesehen westlich am Fuß der großen Mauer, welche das Außenwasser von dem Polderwasser trennt, dessen Spiegel im Allgemeinen $4^m50$ tiefer liegt, ein Wasserstrahl. Der die Ursache dieser Erscheinung nicht kennende und deren Folgen fürchtende Ingenieur Michaellis ließ sofort einen Fangdamm durch den in den Polder nächst dem Lijnden führenden Kanal legen, nachdem er zu diesem Zweck alle in der Nähe befindlichen Arbeiter aufgeboten. Er hatte auf diese Weise der ersten Gefahr für den Polder vorgebeugt und nach Maßgabe als das Wasser in dem Raum zwischen der Maschine und dem Fangdamm stieg, verminderte sein Gegengewicht die Kraft der aufspringenden Quelle. Die Commission ließ nun einen starken Fangdamm in dem Umfangskanal und vor der Dampfmaschine errichten, und als der Polder auf diese Weise vor jeder Gefahr geschützt war, machte man sich an die Entdeckung der Quelle des Uebels, das glücklicherweise nicht von solcher Bedeutung war als man es glaubte. Die Untersuchung ging nur langsam von statten, denn es mußten die Fundamente des ganzen Gebäudes freigelegt werden, und zwar mit großer Vorsicht, um die Richtung des Wassers nicht zu verlieren, welche dasselbe von dem Umfangskanal, von wo es kommen mußte, bis zur Sohle des Polders genommen hatte.

Digitized by Google

Ein umständlicher Bericht des genannten Ingenieurs an die Commission stellte dar, daß die weiche Erde, womit die Piloten bedeckt waren, auf denen das Kesselhaus steht, sich nicht gehörig gesetzt habe, um eine kleine Spalte von diesen Piloten zu verhindern und daß also das Verbindungsmauerwerk zwischen diesem Bau und dem Hauptgebäude Sprünge bekommen, eine Erscheinung, die sich übrigens zeigt, wenn es sich um zusammenhängende Baulichkeiten handelt, deren Basis aus ungleichen Fundamenten besteht wie hier*); daß eine fernere Folge der Bruch der Wasserleitungsröhre für die Kessel war und daß sich das äußere Wasser durch diesen Bruch und die Risse einen Weg bis zur großen Schutzmauer des Polders gebahnt; dann sei es dieser Mauer bis an deren östliches Ende gefolgt, wo es zwischen der Doppelreihe von Spundwänden eine Oeffnung gefunden und unter der ganzen Länge der Mauer geflossen war, demnächst aber seinen Lauf zwischen dieser doppelten Reihe fortgesetzt hatte, um an der westlichen Seite zu Tage zu treten, wo es endlich in den Polder eingedrungen war.

Es war ein Glück, daß dieses Ereigniß vor der Uebergabe des Polders an die neue Verwaltung eintrat und daß es demnach unzweifelhaft war, daß die Commission auf Staatskosten allen Schaden ausbessern mußte. Bei dieser Gelegenheit fand man sich veranlaßt auch die beiden andern Schöpfmaschinen in dieser Beziehung zu untersuchen, überzeugte sich aber, daß hier keine Befürchtungen stattfinden dürfen.

Indessen mußte man die Hülfe des Lijnden während des ganzen folgenden Winters entbehren; die zur Wiederherstellung erforderlichen Arbeiten konnten erst im März 1856 begonnen (CXXVII) und im folgenden Monat August beendigt werden. Die Kosten dafür betrugen 66,320 fl., wovon jedoch 7000 fl. auf die Reparatur der Pumpenventile entfallen (CXXXV).

Die Dampfmaschine zu Halfwege (165 bis 169). — 184. Die Maschine arbeitete immer ganz vortrefflich und es ereignete sich daran kein Unfall von irgend einer Wichtigkeit; die von ihr entwickelte Kraft war je nach der Hubhöhe des Wassers mehr oder minder bedeutend; so hob sie im Monat Februar in 297 Arbeitsstunden 15,492,972 Kubikmeter Wasser auf die Höhe von $0^m35$; ihre Kraft betrug damals die von 68 Pferden und der Kohlenverbrauch 3,65 Kilogrammes pro Stunde und Pferdekraft. Im März 1855 hob die Maschine 15,078,271 Kubikmeter auf die Höhe von $0^m23$ in 302 Stunden mit einer Nominalkraft von 43 Stunden und einem Kohlenaufwande von 6 Kilogramm pro Stunde und Pferdekraft. Am 11. October 1858 dagegen schöpfte sie in 3 Stunden 113,972 Kubikmeter auf die Höhe von $0^m70$ mit einer Kraft von 110 Pferden, mit Einschluß, wie auch bei den vorigen Berechnungen, von $^1/_{10}$ Wasserverlust.

Man kann also die Kraft der Maschine nicht mit Genauigkeit bestimmen, kann jedoch annehmen, daß sie mindestens die von 100 Pferden erreicht, die man ihr zu geben auch beabsichtigte und die sie auch mehrmals überschritten hat, wenn zwischen dem äußern und innern Wasserspiegel eine große Differenz stattfand.

Aus dem Vorhergehenden folgt, daß die Kohlenconsumtion nur annäherungsweise bestimmt werden kann, denn sie richtet sich nach der entwickelten Kraft, vermindert sich, wenn diese größer ist, vermehrt sich dagegen, wenn die Kraft eine geringere wird.

Die Maschine verbrauchte im Ganzen 1,786,420 Kilogramm Steinkohle, und sie arbeitete mit dieser Quantität bei den Proben . . . . . 1367 Stunden

Nach den Proben beim Ausschöpfen des Bassins bis zur Uebergabe an die Verwaltung des Rhijnlandes . . . . . 3623 „

Zusammen 4990 Stunden.

Es sind also pro Stunde 358 Kilogramm verwendet worden.

Wenn man annimmt, was sich auch von der Wahrheit kaum entfernen wird, daß man im Durchschnitt das Wasser des Bassins auf die Höhe von $0^m50$ heben müßte, so würde man in 3623 Stunden 183,810,000 Kubikmeter Wasser bei einer Kraft von 92 Pferden gehoben und die Kohlenconsumtion wird 4 Kilogrammes pro Stunde und Pferdekraft betragen haben.

Die Speisung des Bassins. — 185. Die Verwaltung des Rhijnlandes hatte von jeher der Austrocknung des Sees zwei Hindernisse in den Weg gelegt, nämlich des zu vielen Wassers ihres künftigen kleiner gewordenen Beckens während des Winters und des Wassermangels während des Sommers, sei es für die Bedürfnisse der Schifffahrt oder zur Speisung der Polder, welche in trockenen Jahreszeiten immer reichlich Wasser aus dem großen Süßwasserbassin entnehmen konnten. Die Rücksicht auf diesen letzteren Umstand hatte beim Abschluß des Contractes

*) Vergl. Blatt 750. Die Differenz zwischen den Oberkanten der beiden Roste des Kesselhauses und des Hauptgebäudes beträgt mehr als $4^m0$.



Digitized by Google

vom Jahre 1847 in Betreff der definitiven Schließung des Sees zur Aufnahme folgender Clauſel geführt: „Die Commiſſion verpflichtet ſich die Werke oder Maſchinen herzuſtellen, welche nothwendig ſind, dem Baſſin des Rhijnlandes das erforderliche Süßwaſſer zu liefern, wenn deſſen Niveau in trockenen Jahreszeiten unter $0^m80$ — O. A. geſunken ſein ſollte."

In einem detaillirten Memoire, das im Jahre 1839 den Generalſtaaten gegen das Austrocknungsgeſetz überreicht wurde, hatte die Verwaltung des Rhijnlandes erklärt, daß ſie ihr Baſſin bei einmonatlicher Trockenheit mit 20½ Millionen Kubikmeter Waſſer ſpeiſen müſſe, was alſo für eine Secunde 8 Kubikmeter ausmacht. Das Memoire ſagte, daß, wenn dieſe Maſſe, die man dem Anſcheine nach nur aus dem Yſſelfluß nehmen könnte, in der Stadt Gouda abgeleitet würde, ein Strom mit einer Geſchwindigkeit von einem Meter pro Secunde entſtünde, welche der Schifffahrt auf dem Kanal Gouve, welcher von der Yſſel durch die Stadt nach dem innern Rhein führt, nachtheilig ſein würde. Man hätte alſo nach dem Memoire für den Abfluß dieſer Waſſermaſſe einen beſonderen Kanal anlegen und das Waſſer außerhalb der Stadt Gouda nehmen müſſen.

186. Die Commiſſion beſchäftigte ſich mit dieſer Angelegenheit ſeit dem Sommer 1842. Das damals noch unverſehrte Waſſer des großen Baſſins hatte ſich während des vorhergehenden Winters bis $0^m09$ — O. A. gehoben und war im Sommer bis $0^m85$ — O. A. geſunken. Die Commiſſion deponirte dieſe beiden außerordentlichen Fälle in ihren Acten, denn ſagte ſie, ereignen ſie ſich nach der Schließung des Sees von neuem, ſo wird man bloß der Entwäſſerung die Urſache dazu beimeſſen. Obgleich die Commiſſion damals noch durch keine Uebereinkunft gebunden war, beauftragte ſie doch zwei ihrer Mitglieder, den Obriſt Ackermans und den Oberingenieur Beyerinck mit der Angelegenheit der Speiſung.

Mein Bruder, A. L. van Heteren Gevers, Mitglied der Provinzialſtaaten der Provinz Holland und großer Grundeigenthümer im Rhijnlande, überreichte ſeinerſeits eine Denkſchrift, in welcher er zu beweiſen ſuchte, daß man das erforderliche Speiſewaſſer dadurch am leichteſten erhalten würde, wenn man es weit oberhalb Gouda aus dem Leck an demſelben Orte entnähme, wo im 13. Jahrhundert die Yſſel, welche bis dahin einen Arm deſſelben bildete, abgeſperrt worden war. Der Leck erhob ſich an dieſer Stelle im Sommer gewöhnlich auf $2^m0 + $ O. A. Das Baſſin des Rhijnlandes muß geſpeiſt werden, wenn es auf $0^m80$ — O. A. ſteht. Es beſtand alſo eine Differenz von $2^m80$, welche zwiſchen den obern und den untern Waſſerſpiegeln mehr als hinreichend iſt, um das erforderliche Waſſer in reichlichem Maße herbeizuſchaffen.

187. Ackermans und Beyerinck führten in ihrem Berichte an, daß es nicht nöthig wäre das Speiſewaſſer aus ſo großer Ferne zu entnehmen, ſondern daß man es, der Anſicht der Ingenieure des Rhijnlandes entgegengeſetzt, viel beſſer als aus der Yſſel ſelbſt weſtlich von der Stadt Gouda durch die große Schifffahrtsſchleuſe ableiten könne, ohne durch die Strömung die Schifffahrt in der Gouve zu behindern.

188. Die Commiſſion wollte indeſſen noch einen andern Ort oberhalb von dem im §. 187 angedeuteten unterſuchen, der ihr zur Ablaſſung des Waſſers noch geeigneter erſchien, nämlich beim Fort Hondswyk an dem Leck. Es wurde conſtatirt, daß das Waſſer hier ſtets einen viel höhern Stand hatte als an der im §. 186 angegebenen Stelle, und es müßte daher viel leichter in das Rhijnland ſtrömen; doch war die Entfernung groß. Uebrigens mußten hier wie für alle Abzweigungspunkte des Leck Uebereinkünfte mit den Waſſerbaubezirken getroffen werden, durch welche man den Ableitungskanal führen wollte; auch waren Expropriationen erforderlich. Man kam daher wieder auf die Stadt Gouda zurück.

Durch neuere Unterſuchungen wurde beſtätigt, daß die Yſſel vor der Stadt, obgleich ſie nur 4 Stunden Fluth bei 8 Stunden Ebbe hat, ſtets ſo hoch über dem Waſſer des Rhijnlandes ſteht, daß das letztere ſo reichlich geſpeiſt werden kann, wie es Ackermans behauptet hatte.

189. Man wählte indeſſen zum Waſſerablaß einen andern Ort, welchen der letztere nicht angegeben, nämlich eine alte Schleuſe öſtlich von der Stadt und Haarpraaisluis genannt, welche vor langer Zeit zum Abfluß des Waſſers von den anſtoßenden Ländereien in der Zeit erbaut war, wo die Yſſel noch einen ſolchen niedrigen Stand hatte um es aufzunehmen. Dieſe Schleuſe ſtand lange Zeit außer Gebrauch und es handelte ſich alſo nur darum, ſie zu ihrer neuen Verwendung mittels einer Summe von 20,000 fl. geſchickt zu machen.

Von Seiten des Rhijnlandes beſorgte man indeſſen, daß die Yſſel mit den in der Stadt Gouda vorhandenen Mitteln nicht Waſſer genug geben würde; doch behauptete die Stadt Gouda das Gegentheil, und es wurde daher von beiden Seiten auf eine Probe angerathen. Die Waſſerabſtrömungen fehlten in der That nicht; man konnte, jedoch

Digitized by Google

mit Vorsicht, entweder die Schleusen oder die Abläſſe öffnen. Dieſe letzteren waren in der Stadt und ſonderbarer Weiſe in den Händen von Privaten, die darüber nach Belieben verfügten und zwar entweder behufs des Fiſchfanges oder zum Betrieb zweier Walkmühlen. Außerdem hatte man die Gewohnheit im Moment der Fluth in der Yſſel von Zeit zu Zeit eine Schleuſe zu öffnen, welche mitten in der Stadt Gouda zwiſchen der öſtlichen und weſtlichen Schleuſe lag, um die Kanäle der Stadt auszuſpülen, oder um in trockenen Jahreszeiten der Schifffahrt auf der Gouwe zu Hülfe zu kommen. Ich faßte den Entſchluß mich ſelbſt an Ort und Stelle von dem Stand der Sache zu überzeugen. Die in Rede ſtehende Schleuſe wurde in meiner Gegenwart geöffnet, aber wie immer gab ſie auf einmal zu viel Waſſer und bloß einige Stunden hindurch. Da die Schleuſe zur beſtändigen Beförderung von Schiffen diente und auf lange Zeit nicht offen gehalten werden konnte, ſo war ein anderer geringerer aber ununterbrochener Waſſerablaß erforderlich.

Die weſtliche Schleuſe und die Abläſſe der Privaten waren groß genug, um ein hinreichendes und continuirliches Speiſewaſſer abzugeben, die Schleuſe aber, die übrigens für die Schifffahrt beſtimmt war, ſtand eben ſo wenig wie die Abläſſe weder zur Dispoſition des Rhijnlandes noch der Commiſſion, und es erſchien unmöglich, dieſe verſchiedenen Intereſſen zu vereinbaren, denn die Commiſſion und das darauf folgende Rhijnland mußten Herren über das Einſtrömen des Waſſers bleiben, was eine unerläßliche Bedingung war. Außerdem war man ſehr ſtark in Zweifel, ob alle die angegebenen Mittel zuſammen den nöthigen Umfang haben möchten.

190. Die im Anfang des vorigen Paragraphen erwähnte Schleuſe befand ſich in beſſeren Verhältniſſen. Sie war ſehr weit und man konnte ſie nach Belieben öffnen, weil ſie für die Schifffahrt nicht mehr benutzt wurde. Der Bürgermeiſter der Stadt hatte ſie verſuchsweiſe vier auf einander folgende Tage, wenige Zeit vor meiner Ankunft, etwas offen gehalten und das Reſultat war ein ſehr befriedigendes; man ſetzte dieſe Verſuche 12 Tage hintereinander fort und erhielt den Waſſerſtand in dem Gouwekanal auf $0^m 18$, obgleich mehrere große benachbarte Polder dieſe Gelegenheit benutzt hatten, ſich mit Waſſer zu verſorgen.

Die in Rede ſtehende Schleuſe aber gehörte der Stadt oder einem daran anſtoßenden Waſſerbaubezirk. Der Gouwe gehörte zum Theil einer dritten Verwaltung und es war um ſo nothwendiger in Uebereinſtimmung mit dem Rhijnland zu handeln.

Endlich gelang es der Commiſſion, dieſe Intereſſen mit Ausnahme der Stadt Gouda zu vereinbaren; ſie glaubte damals die Errichtung der Dampfmaſchine zu Gouda ſelbſt, die dritte zu Gunſten des Rhijnlandes, erwarten zu müſſen, deren Nothwendigkeit ſich ſchon fühlbar machte und von welcher weiter unten die Rede ſein wird. Die Schleuſe, durch welche dieſe Maſchine das Waſſer ergießen ſollte, konnte dagegen natürlicherweiſe das Speiſewaſſer einlaſſen, und die Autorität, welche über die Maſchine verfügt, mußte natürlich über die Waſſereinläſſe Herr bleiben.

Inzwiſchen hatte ſich eine anfänglich unbeſtimmte Idee feſtgeſetzt; es hatte nämlich der Waſſerbaudiſtrict Delfland, der an das Rhijnland anſtößt, dem letzteren bei trockener Jahreszeit von Zeit zu Zeit Waſſer geliefert und konnte damit fortfahren; doch ſchien dieſes für das große Baſſin des Rhijnlandes beinahe unmerkliche Mittel für das verengte Baſſin von einer bei weitem größeren Wichtigkeit werden zu ſollen; es handelte ſich nur darum, zwiſchen den beiden Verwaltungen eine deßfalſige Vereinbarung zu treffen.

Der Ausgang entſprach auch unſeren Erwartungen. Die Dampfmaſchine wurde erbaut und wie wir gleich ſehen werden, dem Rhijnlande übergeben, worauf die Speiſung des Baſſins auf dieſe Weiſe verſucht wurde; man erhielt pro Secunde, je nach dem Waſſerſtande in der Yſſel, 8 bis 12 Kubikmeter Waſſer, und mittels einiger Verbeſſerungen glaubte man noch eine größere Quantität zu erhalten. Was die Speiſung vom Delflande betrifft, die in viel größerem Maßſtabe verſucht wurde, ſo ergab ſie ſchon $2^1/_2$ Kubikmeter pro Secunde und ſcheint noch mehr verſprechen zu wollen.

Man hat ſich alſo auf dieſe Weiſe eine Speiſung von $10^1/_2$ bis $14^1/_2$ anſtatt der vom Rhijnlande reclamirten 8 Kubikmeter Waſſer pro Secunde geſichert.

Die Dampfmaſchine zu Gouda. — 191. Da ſich während der Entwäſſerung des Sees in Betreff des Waſſerſtandes im verengten Rhijnlandbaſſin mancherlei Klagen erhoben hatten, ſo conſultirte der Miniſter des Innern den Inſpector des Brücken- und Straßenbaues und es ſchlug derſelbe einige Maßregeln zur Abhülfe vor, namentlich wurde und zwar zum erſtenmale die Herſtellung eines Stillſtandspunktes oder Mahlzeichens für die Mühlen nördlich vom Rhein empfohlen, welche bis dahin nach Belieben hatten arbeiten können. Obgleich dieſe Maßregel niemals angenommen wurde, ſo verdient ſie doch in mancher Beziehung eine kurze Beſprechung.



Digitized by Google

Man wird sich erinnern, was man unter dem Worte „Stillstandspunkt" versteht; so lange nämlich ein Bassin nicht groß genug ist, um alles Wasser zu fassen, was von den Mühlen dahin aufgemahlen wird, untersagt man ihr ferneres Arbeiten, wenn sich das Niveau des Bassins bis zu einem gewissen Punkte am Pegel erhebt; denn wenn das Wasser höher stiege, so würde es über die Deiche treten und in die Polder zurückfallen. Diesen Standpunkt nennt man also den Stillstandspunkt. Der größte Theil des Rhijnlandes war hieran niemals gebunden gewesen, was ein großer Vortheil für dasselbe war, denn wenn die Mühlen aufhörten zu arbeiten, so blieben die Polder so lange von ihrem Ueberwasser belastet, bis das Bassin abfließen konnte.

Die Idee, für diesen größeren Theil des Rhijnlandes ein Mahlzeichen zu errichten, war keine neue; man hatte im Jahre 1847 bei der Abschließung des Contractes mit dem Rhijnlande über die Schließung des Sees schon an die Möglichkeit gedacht, daß man eines Tages darauf zurückkommen werde. Die Commission erblickte darin nur einen geringen Uebelstand für die Polder, einem großen Vortheil für das Bassin gegenüber.

Bei den wiederholt eingelaufenen Klagen nahm die Regierung diese Angelegenheit von neuem auf. Sie sagte: „Das alte Bassin des Rhijnlandes hatte, als das Harlemmer Meer noch einen Theil desselben bildete, einen Flächeninhalt von 22700 Hectaren, und da durch die Austrocknung des Sees 18000 davon abgingen, so verblieben für das beschränkte Bassin nur 4700 oder 4900 Hectaren, wenn man die 200 Hectaren dazu rechnet, welche der Umfangskanal einnimmt. Die Mühlen des Rhijnlandes könnten, wenn die Höhe des Außenwassers das Oeffnen der Schleusen und das Arbeiten der Dampfmaschine verhindert, das Niveau des alten Bassins um $0^m06$ in 24 Stunden erhöhen; sie vermöchten daher das verengte Bassin in derselben Zeit von 24 Stunden um $0^m26$ zu heben. In diesen übrigens seltenen Fällen wäre es unmöglich, wenn man auch 2 oder 3 Dampfmaschinen mehr hätte, zu verhindern, daß das kleiner gewordene Bassin über seine Ufer tritt, und die Polder überschwemmt, deren Deiche die niedrigsten oder die schwächsten sind."

„In solchen Momenten ist das einzige Mittel, allen Mühlen die Arbeit zu untersagen, wenn das Niveau des Bassins einen zu bestimmenden Punkt erreicht hat. Die Mühlen südlich des Rheins waren bereits an das Mahlzeichen von $0^m275$ — O. A. gebunden; dasselbe müßte bei den Mühlen nördlich des Rheins geschehen; da aber diese stets frei waren, so konnte man das Mahlzeichen auf $0^m075$ höher oder auf $0^m20$ — O. A. bestimmen."

„Auf diese Weise würden die Polder den großen Vortheil erreichen, vor jedem Durchbruch des Bassins gesichert zu sein, bloß gegen die Verpflichtung, während der Zeit, die zum Ablassen des Bassins erforderlich ist, nur einige Centimeter Wasser abzulassen. Nun könnte diese Zeit aber nur von kurzer Dauer sein, weil der Sturm allein das Wasser des Meeres so hoch hebt, daß gleichzeitig das Spiel der Schleusen und der Gang der Mühlen verhindert wird."

„Genaue Beobachtungen über die Höhe des Bassins, die bis jetzt gemacht wurden, haben bewiesen, daß das Mahlzeichen von $0^m20$ — O. A., das man bestimmen will, in den $2^1/_2$ Jahren nach der Schließung des Sees nur sechsmal erreicht worden ist."

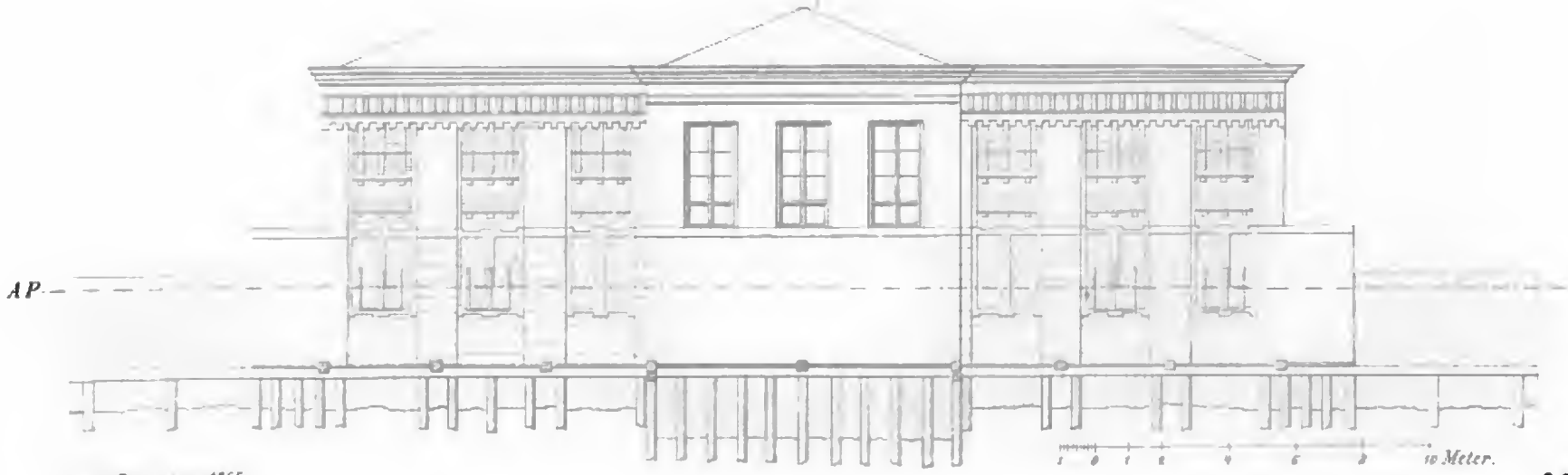
192. Nach diesen Thatsachen ersuchte die Regierung die Commission, sich mit dem Rhijnlande und mit den Provinzstaaten des südlichen und nördlichen Hollands zu verständigen, um diesen wichtigen Gegenstand in Ordnung zu bringen.

Die Verwaltung des Rhijnlandes wandte sich an das Gouvernement, um das Vorgedachte zu widerlegen; sie könnte zu der Einführung der gewünschten Maßregel nichts beitragen, ohne die Ansichten aller interessirten Polder zu vernehmen, und diese Ansichten könnten nur ungünstige sein, denn ihnen diese neue Verpflichtung aufzuerlegen sei, wenn nicht unpraktisch, doch wenigstens gefährlich. Uebrigens sei die Maßregel nur eine fruchtlose. Das große Bassin hat vor der Entwässerung immer genügt; das verengte Bassin mußte auch noch hinreichend sein können, ohne den Poldern lästige Verpflichtungen aufzuerlegen. Die Commission hätte sich im Namen des Staates durch den Contract von 1847 hierzu verpflichtet.

Die Regierung erwiderte, daß es, weil die Commission alles thäte, was zu Gunsten des verengten Bassins in ihrer Macht stände, billig wäre, daß die Polder nicht zu viele Schwierigkeiten machten, daß alles von der Art abhänge, wie die Verwaltung des Rhijnlandes die Angelegenheit vorstelle, und daß man auf ihre Beihülfe dringe.

Inzwischen hatten sich die deputirten Staaten sowohl an das Rhijnland als an die Commission gewendet, und es erwiderte die letztere, daß die Verpflichtung eines in diesem Moment auferlegten Mahlzeichens dem Rhijnlande nothwendiger Weise als ein durch die Entwässerung entstehendes Uebel angesehen werden müsse, daß sich aber das Bedürfniß eines Mahlzeichens auch früher schon fühlbar gemacht

Digitized by Google

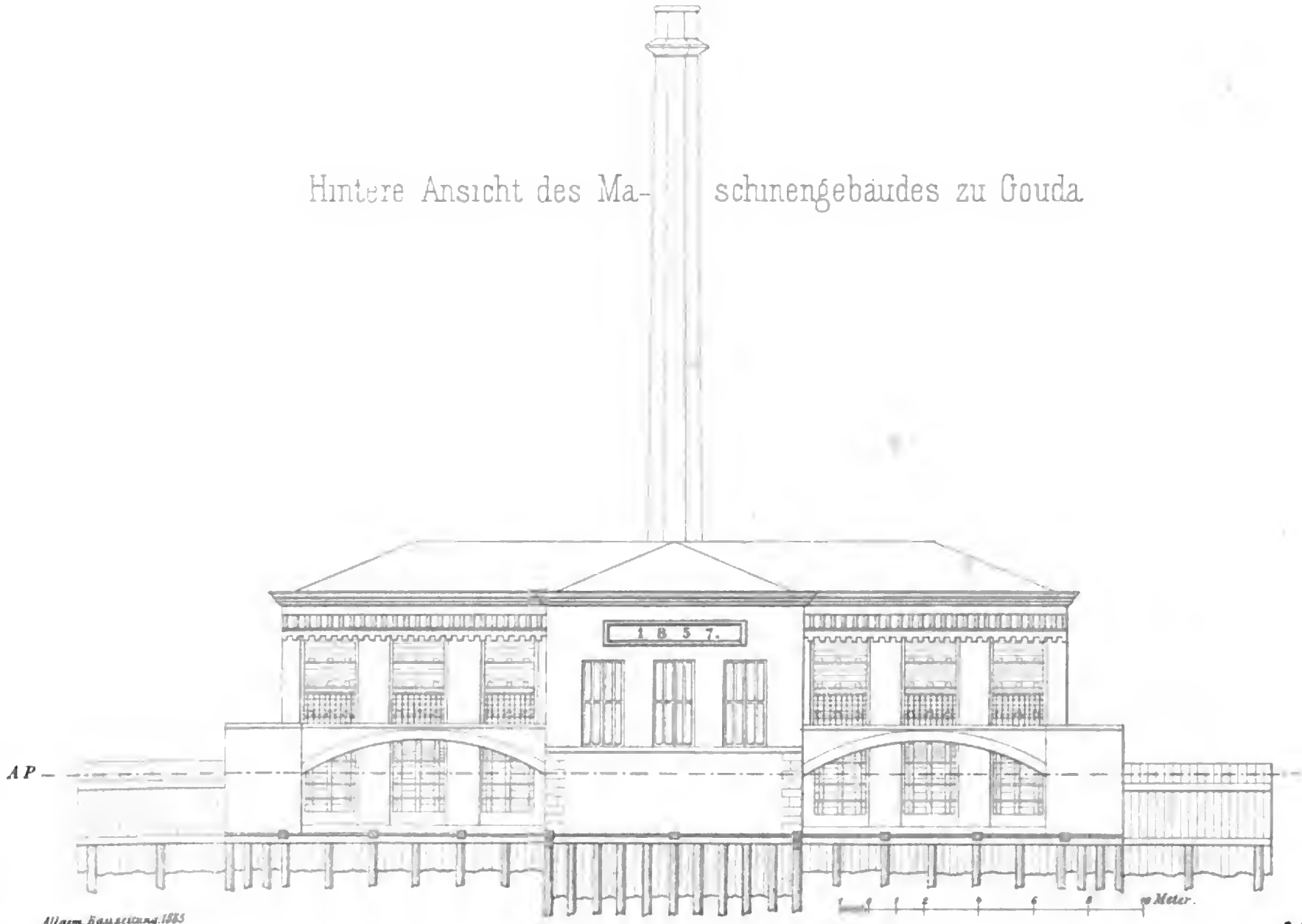



Allgem. Bauzeitung. 1865



Digitized by Google

Hintere Ansicht des Ma- schinengebäudes zu Gouda.






Digitized by Google

haben würde, wenn dadurch wie jetzt überall einer außerordentlichen Erhöhung des Bassins hätte vorgebeugt werden können; daß aber früher das von dem Sturm getriebene Wasser des großen Bassins sehr oft die Folge hatte, daß es in einem und demselben Moment an einer Seite des Rhijnlandes bis $0^m40$ höher stand als an der entgegengesetzten Seite; daß selbst ein Theil des Landes in demselben Augenblick überschwemmt worden wäre, wo der Sturm das Wasser von einer zur andern getrieben hätte; daß übrigens die Maßregel des Mahlzeichens damals für die Polder beschwerlicher gewesen sein würde, da es viel längere Zeit hätte beobachtet werden müssen, denn das alte große Bassin verlangte ohne andere Abflußmittel für seine Wassermassen als die bloßen Schleusen oft ganze Wochen, bevor sich das Wasser gehörig senken konnte, während das neue verengte Bassin dagegen durch seine drei großen Dampfmaschinen fortwährend in wenigen Tagen unter das Niveau des Mahlzeichens gebracht werden kann; daß diese Vergleichung allein für jeden unparteiischen Richter hinreichen würde, um sich von dem großen Vortheil zu überzeugen, den das Rhijnland durch die Entwässerung gewinne; daß man aber endlich in Anbetracht der Aufregung, die durch die vorgeschlagene Maßregel hervorgerufen wird, diese aus Klugheit noch nicht einführen, sondern sich für den Moment darauf beschränken solle, sie einige Zeit hindurch zu versuchen.

Die Verwaltung des Rhijnlandes hatte indessen alle Directionen der Polder consultirt, und es sprachen sich dieselben, wie vorauszusehen war, mit einiger Ausnahme sehr ungünstig dagegen aus. Es scheint, daß es die Deputirten der beiden Provinzen, einer solchen Opposition gegenüber, für zweckmäßig erachteten, die Sache abzuwarten, auch aus Besorgniß, daß sich die Provinzialstaaten nicht für competent hielten, über diese ganz locale Angelegenheit zu entscheiden.

Sei es nun, daß die Regierung diese Ansichten theilte, daß sie eine zu allgemeine Mißbilligung fürchtete, Thatsache ist es, daß die Commission in dieser Angelegenheit kaum mehr befragt wurde. Erst im Jahre 1851 steckte man vorsichtig die Fühlhörner aus, und die Commission gab ihre Meinung dahin ab, daß die Regierung es wohl wisse, wie weit man von der Einführung dieser unpopulären Maßregel entfernt sei, und daß man vor allem die Dampfmaschine an der Yssel aufstellen müsse.

193. Die Commission war über diese Menge von Klagen gewissermaßen unangenehm berührt, deren Uebertriebenheit sie aber nicht verbergen konnte und deßhalb ihre Beantwortung veranlaßte. Sie behauptete ohne Rückhalt, daß die Entwässerung des Harlemmer Meeres den Interessen des Rhijnlandes nicht im Geringsten nachtheilig sein könne, und daß nach ihrer Ansicht dieser Wasserbaudistrict nicht auf Amelierationen bestehen müsse, die man nur mit großen Geldopfern zu erkaufen vermöchte. Inzwischen war die Commission überzeugt, daß sich bei starken Regengüssen, wenn die Schleusen wegen des hohen Meeres das Bassin des verengten Rhijnlandes vom Wasser nicht befreien können, das letztere sich eines Tages in Verlegenheit befinden würde. Die Dampfmaschine zu Sparendam konnte trotz ihrer Kraft die Entleerung des Beckens nicht allein bewirken, weßhalb auch schon seit 1848 der Vorschlag gemacht wurde, zu diesem Zwecke bei Halfwege eine zweite Maschine zu errichten, auf deren Kosten man nicht gerechnet hatte, und welche erst im Anfange des Jahres 1851 vollendet sein konnte (166 und 167). Eine dritte und selbst eine vierte Maschine konnte unter allen Umständen nicht so viel Wasser aus dem Bassin fortschaffen, als ihnen alle Mühlen des Rhijnlandes gleichzeitig von den Poldern zuzuführen im Stande sind. Wolle man aber jedem Unfalle des Rhijnlandes vorbeugen, das vormals nie vor Ereignissen und Ueberschwemmungen geschützt war, so hieße dieß die Grenzen desjenigen überschreiten, was dieser große Bezirk verlangen könne. Eine andere Sache sei es, verhältnißmäßig die Mittel zu vermehren, welche dem Uebel Trotz bieten und dies liege auch in der Aufgabe der Commission. Endlich werde es immer augenscheinlicher, daß wenu ein Theil des Rhijnlandes von den Folgen der Entwässerung des Harlemmer Meeres zu leiden hätte, was übrigens noch nicht stattgefunden, so sei es der bei der Stadt Gouda, weil er von den Ausleerungspunkten des Bassins am entferntesten liege. Die Commission habe daher die Untersuchung der Mittel, die im Allgemeinen zur Wasserleitung geeiguet sind, fortgesetzt, denn je kräftiger die letztere sei, desto mehr werden die Umgebungen von Gouda die Wohlthaten davon genießen.

194. Es wurde daher von neuem untersucht, ob die Erweiterung des Kanals von Leede bei dem Dorfe Warmond (180) mehr als früher in Berücksichtigung zu nehmen wäre, doch ergab diese Untersuchung keine besseren Resultate als früher.

Im Monat März 1857 überreichte ein Mitglied der Commission einen ausführlichen Plan zur Schließung des Ysselflusses bei seiner Mündung in die Maas oder etwas mehr aufwärts, um die Ebbe zu verhindern und folglich die

Digitized by Google

Yssel stets auf einen so niedern Stand zu halten, als es nothwendig ist, um das Ueberwasser des Rhijnlandes aufzunehmen. Wenn dieser, übrigens sehr umfassende Plan zu viele Schwierigkeiten darböte, so müßte man bei Gouda eine Dampfmaschine von 100 Pferdekräften aufstellen, welcher der Fluß oder der Kanal Gouwe Wasser genug zuführen würde. Dies war das Mittel, das im Sommer nothwendige Speisewasser herbeizuschaffen; auch nahm die Commission diesen Vorschlag an, denn er war, abgesehen von dem Vortheil der Speisung, das einfachste, billigste und schnellste Mittel. Die Commission wählte für die Maschine einen Platz, zu dem man in der Folge einen neuen Leitungskanal führen kann.

Nach vielem Hin- und Herreden wurde das Project am 22. April 1855 genehmigt, und es wurde der Bau der neuen Maschine der Fabrik des Atlas in Amsterdam für die Summe von 128,000 fl. übertragen (CXXV[a]), und erst im December desselben Jahres wurde der Bau des Gebäudes für 94,364 fl. (CXXV) wie auch der Brücken und Nebenarbeiten für 16,049 fl. (CXXVI) in Entreprise gegeben. An der ganz in der Nähe der neuen Maschine gelegenen Ysselschleuse mußten aber noch die unter Nr. CXXXVII und CXXXVIII angegebenen Bauten vorgenommen werden, welche nebst der Maschine gegen Ende desselben Jahres vollendet waren. Die Maschine wurde probirt, vortrefflich gut befunden und im Monat März 1858 der Verwaltung des Rhijnlandes übergeben.

195. Die Nominalkraft der Dampfmaschine von Gouda beträgt 120 Pferde, also ein Fünftel mehr als die der Maschine von Halfwege, von der sie sich kaum unterscheidet. Ihre Lage ist aus Blatt **748** ersichtlich und auf Seite 311 und 313 ist die vordere und hintere Ansicht dargestellt. Der einzige bemerkenswerthe Unterschied in der Anordnung des Gebäudes besteht in der geringeren Länge der Stützmauern für die Achsen oder Wellen der Wasserräder, da sie nicht über die hintere Façade hinausgehen, die auf jeder Seite auf einen Bogen gesetzt ist. Ferner sind die Oeffnungen von den Rädern nicht wie bei den beiden anderen Maschinen durch Thore geschlossen, sondern sind gänzlich frei, doch werden die Räder durch vorspringende Dächer vor der Sonnenhitze geschützt.

Da die mittlere Fluthhöhe vor der Stadt Gouda $1^m20 + O.A.$ ist, so liegen die Wellen der Schaufelräder $2^m20 + O.A.$, damit das Wasser des Bassins bis zu dieser ersten Höhe gehoben werden kann. Die Maschine kann also gegen außerordentliche Fluthen nicht arbeiten.

Der Dampf wird in 3 Kesseln gebildet, von denen jeder $2^m133$ breit und $11^m28$ lang und mit einem innern $1^m422$ breiten Rohr versehen ist. Der Dampf sammelt sich in einer $7^m70$ langen und $1^m372$ breiten Kammer. Die Roste haben eine Länge von $2^m29$ und eine Breite von $1^m40$. Der Dampf muß in den Kesseln einen Druck von 3 Kilogramme pro Quadratdecimeter über den der Atmosphäre ausüben; die Kessel wurden unter einem Druck von 6 Kilogramme mehr geprobt. Der Durchmesser des Cylinders ist $1^m117$, die Länge des Kolbenhubes $2^m44$; die Maschine macht pro Minute 12 Hübe und ist wie die Maschine von Halfwege mit veränderlicher Expansion versehen. Die Kolbenstange wirkt mittels einer Bläuelstange auf eine doppelte Kurbel, deren Warze die Verbindung der innern Achsen oder Wellen bildet; die letzteren haben zwischen ihren Verstärkungen einen Durchmesser von $0^m292$ und tragen ein Excentrik zur Bewegung der Schieber, ein Excentrik des Balanciers der Luftpumpe, welcher die Bewegung auf die Luftpumpe und auf die Druckpumpen überträgt, zwei Schwungräder von je $8^m23$ Durchmesser und zwei Getriebe mit je 25 Zähnen.

Die äußeren Wellen sind mit einem geraden Vorgelege von 60 Zähnen versehen, worin die Zähne der Getriebe eingreifen, welche also die Bewegung so übertragen, daß sich die Räder bei je 12 Kolbenhüben fünfmal drehen. Die äußeren Wellen, die den innern Wellen zunächst liegen, haben zwischen ihren Verstärkungen einen Durchmesser von $0^m407$; die erstern sind von Schmied-, die äußeren Wellen von Gußeisen; die letztern können mit den innern Wellen durch ein Kupplungssystem verbunden und getrennt werden, so daß die Maschine mit 2, 4 oder 6 Rädern arbeiten kann. Jedes Rad hat eine Breite von $1^m75$ und einen Durchmesser von $7^m40$.

Der Rauch entweicht wie bei Halfwege durch den innern Kessel, von wo er unten durchstreichend seinen Weg nach dem Schornstein durch Seitenröhren nimmt, von denen jede für die beiden nächsten Kessel dient. Diese Anordnung wurde durch die Kleinheit des Raumes bedingt.

Jedes Schwungrad besteht aus 8 Kränzen, die zu zwei und zwei durch einen starken schmiedeisernen Bolzen verbunden sind, der durch die Mitte der Kränze geht und durch Stifte befestigt ist, deren Richtung senkrecht gegen die Ebene oder die Bewegungslinie geht. Jeder Kranz ist mittels einer schmiedeisernen Stange von $0^m141$ und diese an dem Kranze mittels eines Stiftes und an der Nabe durch zwei Stifte befestigt.

Digitized by Google

Die Bodenklappe der Luftpumpe ist von vulcanisirtem Kautschuk; wenn sie geschlossen ist, liegt sie auf einer Kupferplatte, die mit mehreren kleinen Löchern versehen ist; wird sie aber geöffnet, so stößt sie an eine eiserne Knagge.

Die übrigen Theile der Maschine gleichen denen von Halfwege.

196. Die Maschine bedurfte eines Apparates, um dem Speisewasser (185) im Sommer den Durchfluß zu verschaffen. Derselbe ist sehr einfach. Die beiden Thore vor den beiden Schaufelrädern sind an jeder von dem Centrum am weitesten entfernten Seite mit Schützen versehen. Soll die Bewässerung vorgenommen werden, so öffnet man die Schützen, um das Wasser des kleinen Bassins durchzulassen, das sich zwischen der Maschine und der Schleuse an der Yssel befindet; das Wasser wird gewöhnlich auf einen in der Mitte zwischen dem äußern und innern Wasserspiegel befindlichen Stand gehalten, um die Schleuse zu stützen. Wenn dieses kleine Bassin bis zum Spiegel des Binnenwassers gesunken, so löst man die vier Schaufelräder aus, vor denen die offenen Schützen stehen; alsdann öffnet man die Schleusen, das höhere Wasser der Yssel strömt frei ein und die vier Schaufelräder, die sich umgekehrt gegen die gewöhnliche Rotation umdrehen, lassen das Speisewasser durch.

197. Die neue Schleuse an der Yssel hat zwei Thore, welche sich bei geschlossenem Zustande sowohl oben als unten gegen die Schwellen legen. Darüber liegt eine Brücke von $2^{m}$ 50 Breite.

Der Zuleitungskanal zur Maschine, ein Ueberbleibsel der alten Stadtgräben, der sich noch um ein altes Bastion dreht, mußte rectificirt, vergrößert und mit zwei Brücken versehen werden. Die Sohle des Kanals hat eine Breite von $21^{m}$ 0; seine Böschungen sind 1½füßig und die Tiefe ist 4,7 Meter.

198. Die Kosten dieser Werke betrugen:

| | | |
|---|---|---|
| Für die Maschinerie . . . . . | 128,000 | fl. |
| „ „ Gebäude . . . . . | 94,364 | „ |
| „ den Kanal und die Brücken . . . . . | 16,049 | „ |
| „ das provisorische Wehr . . . . . | 4,000 | „ |
| „ den Neubau der Schleuse an der Yssel . | 27,997 | „ |
| „ die Nebenarbeiten . . . . . | 13,496 | „ |
| „ Subvention an die Stadt zur Herstellung ihrer Promenade . . . . . | 400 | „ |
| Zusammen | 284,306 | fl. |

Die Maschine von Gouda war das letzte Werk für die Bedürfnisse des Rhijnlandes, welche schwer auf der Entwässerung lasteten und im Ganzen 1,373,478 fl. kosteten. Dieses Werk ist eine Perle in der Krone der Entwässerung, denn alle Polder, deren Wasser sich in den Kanal Gouwe ergießt, befinden sich jetzt in viel besseren Verhältnissen. Die Bewässerung des Bassins, die in trockenen Jahreszeiten so nothwendig ist, wurde ohne Kosten erreicht und gänzlich unter die Leitung des Rhijnlandes gestellt.

Eintheilung, Größe und Niveau des Polders des Harlemmer Meeres. — 199. Im §. 175 wurde nur über die Theilung des Terrains bis zum Ende des Jahres 1852 gesprochen. Diese Arbeit wurde im darauf folgenden Jahre mit Energie fortgesetzt. Im Monat März gab man die Anlage von Gräben und Kanälen für mehr als 200,000 fl. (CI), im Monat Mai die Vertiefung des Hauptkanals bei den Maschinen Leeghwater und Cruquius (CII), im August die Herstellung der ersten Wege in dem neuen Polder (CVI) in Verding. Dann war auch eine große Menge von Gräben auszuheben (CVIII) und ein Theil der Hauptwege an jeder Seite des großen Kanals (CX) auszuführen.

Außer diesen wichtigen Arbeiten ließ man noch andere minder bedeutende in Angriff nehmen (CXXX, CXXXI und CXXXII), um die dürftigsten Arbeiter während des Winters beschäftigen zu können.

Auch construirte man die ersten Brücken im Polder, 9 große Brücken über die Hauptkanäle und 11 kleinere über die Nebenkanäle (CV); im Monat August gab man noch andere 49 Brücken über die Nebenkanäle in Arbeit (CVII), was die Zahl der Brücken auf 69 stellte, welche nicht weniger als 122,734 fl. kosteten.

Auf diese Weise waren seit dem Jahre 1853 die Communicationen quer durch den ehemaligen See hergestellt.

Alle diese Arbeiten erforderten während dieses Jahres eine Summe von 485,554 fl.

Das Jahr 1854 begann man mit der Auszahlung von einigen tausend Gulden für Taglöhne an nothleidende Arbeiter. Dann vollendete man die letzten Gräben (CXI) und den innern Umfangsweg am Fuße des Umfassungsdammes.

Die Theilung des Terrains wäre nun vollendet gewesen; wie aber in jedem neuen Polder füllten sich die Gräben und Kanäle leicht mit Erde und Schlamm an, die sich von der Sohle aus erheben oder von gesenkten Böschungen herrühren. Man konnte sie nicht sogleich wiederherstellen, doch trug man Sorge dafür, daß die nöthigsten Vertiefungsarbeiten im Monat December ausgeboten wurden, wozu sich

Digitized by Google

aber kein Unternehmer einfand (CXIX). Man verausgabte auf dieſe Weiſe im Laufe des Jahres 1854 zu den Theilungsarbeiten die Summe von 46,380 fl.

Im Jahre 1855 konnte man nur für 69,704 fl. (CXXIV) Vertiefungsarbeiten vornehmen, und im Jahre 1856 wurden für ähnliche Arbeiten 56,776 fl. (CXXVIII) verwendet.

200. Dies waren die letzten Arbeiten für die Theilung des Polders, welche Operation 5 Jahre und eine Summe von 1,325,828 fl. in Anſpruch nahm (172).

Es waren in dem Polder an Kanälen und Gräben auszuführen auf eine Länge von . . . . 1,206,950$^{m}$0

Wege . . . . . 215,100$^{m}$0

Dazu noch der Leinpfad längs des Umfangskanals mit . . . . . 59,596$^{m}$0

Zuſammen 1,480,446$^{m}$0

was einer Totallänge von 266 Wegſtunden gleichkommt.

Nebenarbeiten (176—177). — 201. Ich habe die Unterhaltung aller ausgeführten Werke bis zum Monat Mai 1853 eingetheilt. Dieſe Unterhaltung wurde für weitere zwei Jahre in Entrepriſe gegeben (CIII und CXII) und zwar vom Monat Mai bis zum Monat Mai; aus Comptabilitätsrückſichten mußte man ſich auf eine Adjudication für den Reſt dieſes Jahres beſchränken (CXXII). Die Commiſſion ertheilte hierauf keine neue Adjudication mehr; ſie erwartete die Uebergabe des Polders und die Unterhaltung fiel alsdann in die Hände der neuen Adminiſtration. Die Commiſſion hatte ſich in dieſer Beziehung nur noch mit der Dampfmaſchine von Gouda zu beſchäftigen, die ſie dem Rhijnlande ſogleich nach ihrer Vollendung übergab und deren Unterhaltung wenige Koſten veranlaßte (CXXXIX und CXL).

Die Unterhaltungskoſten hatten ſich bis 1853 jedes Jahr vermindert (176), vermehrten ſich aber ſeitdem, denn nach 1853 mußte die Dampfmaſchine von Halfwege mit ihrem Zubehör dazu gerechnet werden; im Jahre 1854 mußte man mehrere Inſtrumente und Utenſilien erneuern, auch wurde die Verbreiterung einiger Theile des Leinpfades mit einbezogen. Während der letzten 8 Monate von 1855, das letzte Jahr der Unterhaltung, hatten ſich die Koſten um die Bezahlung von 10 Arbeitern zur täglichen Unterhaltung der Kanäle und Wege, ſowie einiger neuen Werke erhöht, damit man der neuen Adminiſtration den Polder im beſten Zuſtande übergeben könne.

Im §. 176 wurde von vier Rollbrücken und einer Fähre über den Umfangskanal geſprochen. Im Jahre 1853 ſtellte man 3 Fähren her (CIX), bei dem Leeghwater, in der Richtung des Dorfes Hillegom weſtlich vom See und bei dem Cruquius, woran drei nach dem Polder führende Straßen anſtoßen ſollten. Im Jahre 1854 errichtete man bei jeder Fähre eine Wohnung für den Fährmann, ſo wie auch einen kleinen Hafen zum Schutz der Fähre; auch macadamiſirte man die an die Fähre des Leeghwater anſtoßende Straße (CXV).

In demſelben Jahre erbaute man noch zwei Rollbrücken, die eine weſtlich in der Richtung des Dorfes Bennebrook (CXVI), die andere öſtlich mit einer beſchotterten Straße bis zum nächſten Dorfe Leimuiden (CXVIII). Die ſämmtlichen Koſten aller Brücken über den Umfangskanal mit ihren Straßen beliefen ſich auf 88,620 fl.

Die Commiſſion hat alſo 12 Zugänge zu dem neuen Polder, abwechſelnd eine Fähre und eine Brücke, hergeſtellt, wozu die Privaten weſtlich noch als 13. Zugang eine Fähre hinzugeſellten. Nur zwiſchen den Brücken an der Oſtſeite wurde keine Fähre aufgeſtellt, weil keine Möglichkeit vorhanden war, daran eine Straße anzuſtoßen. Später wurden zwei dieſer Fähren von Privaten durch Brücken erſetzt.

Alle dieſe Communicationen wie auch der Leinpfad um den See und der Weg von Harlem nach Sparendam mit ſeinen 17 Brücken längs des Fluſſes Spaarne erforderte eine Summe von 196,815 fl.

Nach §. 177 wurden zwei tragbare Dampfmaſchinen zur zeitweiſen Trockenlegung der Sümpfe um die großen Dampfmaſchinen zu den Nebenarbeiten gerechnet. Sie waren ſeitdem ſo eingerichtet worden, daß ſie auch die Keſſel ſpeiſen konnten; auch wurde noch eine dritte Maſchine dieſer Art conſtruirt, damit eine jede der drei großen Dampfmaſchinen eine ſolche zur Verfügung habe (CXXXIV).

Dörfer in dem Polder des Harlemmer Meeres. — 202. Während ſich die öffentliche Meinung immer mehr zu Gunſten einer einzigen Gemeinde für den ganzen Polder ausſprach, projectirte die Commiſſion ſchon die Pläne zur Anlage zweier Dörfer in der Mitte.

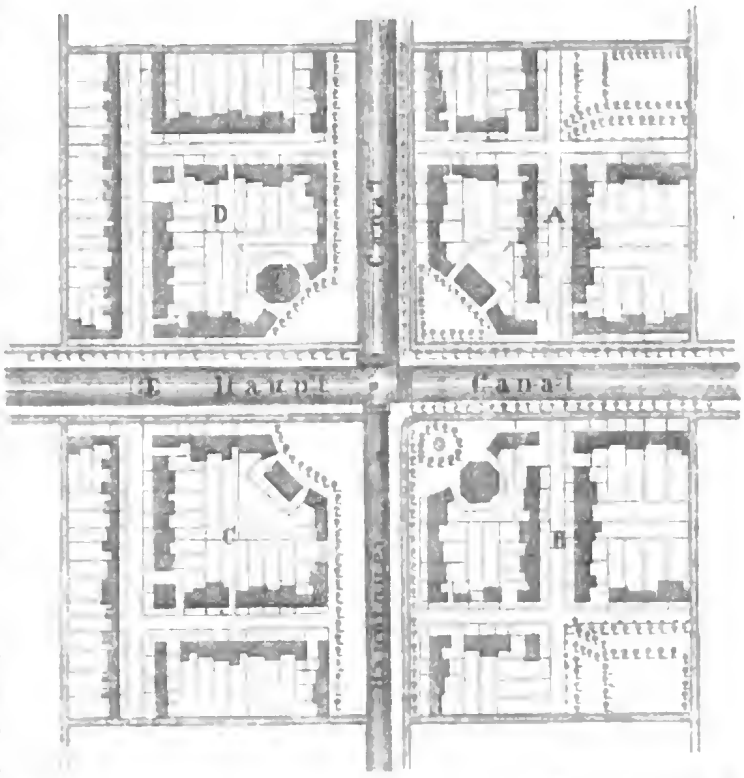
Es war von höchſtem Intereſſe in dieſem weiten Raume zwei Centralpunkte zur Anlage von Kirchen und Schulen zu wählen, welche die erſten moraliſchen Bedürfniſſe jeder Bevölkerung ſind. Man konnte dazu nur niedrige Stellen erwählen, da ſich die höher gelegenen Ländereien nur an den Ufern des Polders befinden; indeſſen konnte man ſie mit Sand aus der Nähe des Cruquius aufhöhen.

Breite Straßen und große Plätze ſchienen zur Bequemlichkeit und Annehmlichkeit der künftigen Bewohner

Digitized by Google

wünschenswerth. Zwei Kirchen, eine protestantische und eine katholische, eine Schule und ein Gemeindehaus sollten als Hauptgebäude die vier Theile schmücken, welche die sich kreuzenden Kanäle auf einem großen runden Platze bilden. Wer sich hier anbauen wollte, sollte sich den Regeln der Symmetrie und des Alignements unterwerfen. Der Ankauf der dazu gehörigen Grundstücke zu festem Preise sollte erleichtert und so viel als möglich von jeder Formalität befreit werden.

Es wurde der in nebenstehendem Holzschnitt dargestellte Plan entworfen und es wurde bestimmt, daß jedes Dorf einen Flächenraum von 16 Hectaren enthalten und in die vier Theile A B C D von je 4 Hectaren getheilt werden solle. Die äußersten Grundstücke der Quartiere A und B wurden zu Friedhöfen bestimmt, bei E wurde eine Brücke projectirt.




Um die Straßen und Plätze nach dem Plane zu bezeichnen, wurden Bäume gepflanzt, die aber aus Mangel einer gehörigen polizeilichen Aufsicht in diesen noch so schwach bevölkerten Localitäten bald verschwanden. Schnell aber erhoben sich Gebäude, besonders in dem nördlichen Dorfe; in kurzer Zeit etablirten sich ein Arzt, ein Apotheker, eine Maschinenbäckerei, eine Schmiede, Zimmerleute, Maurer und alle Arten von Handwerkern, später eine hübsche Schule. Das andere, übrigens mehr isolirte Dorf, zeigt sich bis jetzt in niederem Flor als das vorige, obschon auch eine herrliche Schule daselbst erbaut wurde. Es ist aber zu bemerken, daß sich auch außerhalb dieser beiden Dörfer viele Wohngebäude, so wie eine katholische und eine protestantische Kirche neben dem nördlichen Dorfe erhoben haben.

201. Zusammenstellung der Kosten der ganzen Entwässerung und Vortheile derselben. — 1. Werke zur Beförderung des Abflusses der Gewässer aus dem Rhijnlande, wie die Erweiterung des Kanals von Katwijk, die Verbesserungen an dem Fluß Spaarne, die Dampfmaschine zu Sparendam ꝛc. . . . 1,373,473 fl.

2. Der Umfangskanal und der Umfangsdeich . . . . . 1,988,257 „

3. Entschädigung für die Expropriation . . . . . 684,513 „

4. Dampfmaschinen zur Ausschöpfung, Reparaturen, Brennmaterial und Personal 2,405,433 „

Summa 6,451,676 fl.

Uebertrag 6,451,676 fl.

5. Anlagen zur Beförderung der Schifffahrt, wie der Leinpfad längs des Spaarne und des Umfangskanals nebst Brücken und Fähren so wie Verbesserung einiger Nebenkanäle . . . . . 196,815 „

6. Defensionsanlagen und Ersatz derjenigen, welche in Verbindung mit dem See als Ueberschwemmungsmittel die Hauptstadt deckten . . . . . 275,920 „

7. Theilungsarbeiten des neuen Polders . . . . . 1,325,828 „

8. Unterhaltung aller Anlagen und Maschinen . . . . . 434,917 „

9. Kosten für Personal, Polizei und Justiz, für Reisen, für Bureaux, Grundsteuer, Vergeltung für expropriirte zu Poldern gehörige Ländereien, für Modelle, Pfähle zum Abstecken u. s. w. . . . . 644,975 „

10. Interessen für die aufgenommenen Capitalien . . . . . 4,411,865 „

11. Unvorhergesehene Ausgaben . . 144,381 „

Summa 13,789,377 fl.



Digitized by Google

Die Vortheile der Entwässerung sind folgende:

1. Zinsen für die temporaire Unterbringung eines Theils des geliehenen Capitals, das man für den Moment nicht gebrauchte . . . . . 100,034 fl.
2. Ertrag der Garantiecasse . . . 932,236 „
3. Ertrag der Verpachtungen und des Verkaufs von unnützen Gegenständen ꝛc. . 55,609 „
4. Verkauf der Ländereien im Polder 8,030,081 „
5. Verkauf der Ländereien bei Sparendam und an andern Orten . . . . . 2,700 „
6. Steuern von den Käufern der Ländereien à 7 fl. pro Hectare, zur Unterhaltung und Ausschöpfung des neuen Polders während der Verwaltung der Commission 184,187 „
7. Ersatz vom Rhijnlande für die Kosten der Unterhaltung der Maschinen für die Ausschöpfung des Bassins nach dem 1. Juli 1865, für Kohlen und Schmiere, welche bei der Uebergabe der Maschinen noch vorhanden waren . . . . . 72,415 „

Zusammen 9,377,262 fl.

Zieht man diese Summe der Einnahme von den oben angegebenen allgemeinen Kosten ab, so sieht man, daß sich die letztern auf nicht mehr als 4,412,115 fl. belaufen und daß diese Summe in der That diejenige ist, welche der Staat für die ganze Entwässerung ausgegeben hat.

## Chronologisches Verzeichniß der für die Entwässerung des Harlemmer Meeres in Verding gegebenen Arbeiten

(Vergl. Blatt **746**).

I. Januar 1840. Neuer Theil des Kanals von Katwijk, 4235$^{m}$0 lang, 40$^{m}$0 breit und 2$^{m}$20 tief. 141,781 fl.

II. Februar 1840. Leinpfad längs des Spaarne, 6147$^{m}$0 lang. 38,850 fl.

III. April 1840. Ableitungskanal, Umfangsdeich und Deiche längs des Polders nördlich vom Nieuwe-Meer. Länge 3830$^{m}$0. 121,124 fl.

IV. April 1840. Kanal und Deich ꝛc. westlich von der Grenze zwischen beiden Provinzen Holland bis zum Kaag. Länge 11550$^{m}$0. Breite 40$^{m}$0. 315,112 fl.

V. Juni 1840. Kanal und Deich ꝛc. von dem Dorfe Kaag bis zu dem Dorfe Oude-Wetering. Länge 5220$^{m}$0. 118,153 fl.

VI. Juni 1840. Kanal und Deich ꝛc. bei dem Dorfe Sloten, nördlich vom See. 3310$^{m}$0 lang. 98,000 fl.

VII. Juli 1840. Drei hölzerne Brücken über den neuen Theil des Kanals von Katwijk. 41,644 fl.

VIII. August 1840. Kanal und Deich ꝛc. zwischen dem Lütkemeer und Halfwege, 2736$^{m}$0 lang und 136$^{m}$0 Damm durch die Mündung des Lütkemeeres. 91,388 fl.

IX. August 1840. 17 Brücken des Leinpfades längs des Spaarne. 11,900 fl.

X. September 1840. Erweiterung des Kanals von Katwijk, von der innern Schleuse bis zum neuen Theil des Kanals. Länge 1739$^{m}$0, Breite 52$^{m}$0, Tiefe unter O. A. 2$^{m}$20. 72,498 fl.

XI. April 1841. Erweiterung zweier Scheidegräben, nördlich vom See. Länge 2707$^{m}$0, Breite 6$^{m}$0. 3,995 fl.

XII. April 1841. Beschotterte Straße und Graben bei dem Dorfe Lisse. Länge 1550$^{m}$0. 3,100 fl.

XIII. Mai 1841. Zwei Kanal- und Dammversuche bei Aalsmeer. Länge 100$^{m}$0. 4,775 fl.

XIV. Mai 1841. Die Verlängerung von 2 steinernen Brücken über den alten Kanal von Katwijk. 34,500 fl. Die westliche Brücke wurde mit Schleusenthoren versehen.

XV. Juni 1841. Umfangsdeich und Kanal von den Grenzen der beiden Provinzen Hollands bis Halfwege mit Ausschluß der nicht expropriirten Ländereien. 254,793 fl.

XVI. Juli 1841. Umfangsdeich und Kanal längs dem Schinkelpolder an der Ostseite des Sees, mit Einschluß des großen Deiches dieses Polders. Länge 2226$^{m}$0. 116,793 fl.

XVII. September 1841. Verbesserung des Spaarnebettes und Ergänzung des Leinpfades bei Sparendam. 20,349 fl.

XVIII. Februar 1842. Umfangskanal und Deich, südöstlich vom See und nördlich vom Dorfe Oude-Wetering. Länge nach Abzug von 100 Probemetern (XIII). 3695$^{m}$0. 32,634 fl.

XIX. Februar 1842. Umfangskanal und Deich östlich vom See, südlich vom Schinkelpolder. Länge nach Abzug von 100 Probemetern 4353$^{m}$0. 95,896 fl.

XX. Februar 1842. Mühle zum Aufmahlen des Wassers aus dem Theil des Polders, welcher Lisserbroek genannt und durch die westliche Umdämmung geschnitten wird. 7,479 fl.

XXI. Februar 1842. Erweiterung des Kanals von Katwijk zwischen dem Meere und der innern Schleuse. Länge 403$^{m}$0. 32,600 fl.

XXI$^{a}$. April 1842. Contract mit Dixon & Comp. in Amsterdam. Die Anfertigung und Aufstellung der Maschinerie für die Schöpfmaschine bei Sparendam. 59,400 fl.

Digitized by Google

XXII. Mai 1842. Reparaturen und Unterhaltung der schon vollendeten Werke bis 1. Mai 1843. 10,701 fl.

XXIII. Mai 1842. Umfangskanal und Deich in zwei Theilen: 1. durch die Aa und den Hanepoel mit einem Theil des Deiches und des Kanals bei dem Lyckerpolder, Südseite, mit Nebenarbeiten, Länge 942m0; 2. durch das Hellegat, Südwestseite, mit Nebenarbeiten 298m0, zusammen 1240m0. 142,000 fl.

XXIV. Mai 1842. Damm durch das Nieuwe-Meer, Nordseite, mit Ausnahme einer Oeffnung von 100m0. Länge 300m0. 37,217 fl.

XXV. Juni 1842. Umfangskanal und Deich östlich vom See bei Aalsmeer. Länge 2374m0. 62,394 fl.

XXVI. Juli 1842. Umfangskanal und Deich. Der schwierige Theil bei Harlem (§. 97). Länge 500m0. 23,400 fl.

XXVII. October 1842. Umfangskanal und Deich bei Aalsmeer, wodurch die Eindämmung der Ostseite vollendet wird. Länge 2825m0. 86,800 fl.

XXVIII. Januar 1843. Gebäude für die Dampfmaschine Leeghwater bei Kaag. 161,000 fl.

XXVIIIa. Februar 1843. Contract mit Fox & Comp. und Harvey & Comp. Anfertigung und Aufstellung der eigentlichen Maschinerie und der Pumpen. 143,050 fl.

XXVIIIb. Februar 1843. Die Anfertigung (ohne Aufstellung) der übrigen Theile des Leeghwater, nämlich der Balanciers und der Kessel. 64,000 fl.

XXIX. März 1843. Gebäude für die Dampfmaschine zu Sparendam. 104,500 fl.

XXX. April 1843. Erweiterung der innern Schleusen bei Katwijk. 125,000 fl.

XXXI. April 1843. Reparatur und Unterhaltung der Eindämmungen vom 1. April 1843 bis 1. April 1844. 13,400 fl.

XXXII. Mai 1843. Die Dämme durch einen Theil des Linde bei Halfwege und den Balgeryt beim Kaag, nebst einigen Nebenarbeiten. Länge der beiden Dämme 421m0. 44,706 fl.

XXXIII. Mai 1843. Erhöhung einiger Theile des Umfangsdeiches bei Sloten an der Nordseite des Sees, die sich zu stark gesetzt. 4,900 fl.

XXXIIIa. Juli 1843. Verstärkung der großen Achse der Dampfmaschine zu Sparendam (XXIa). 13,513 fl.

XXXIIIb. Juli 1843. Anfertigung der Träger für die Räderachsen derselben Maschine (XXIa). 3,700 fl.

XXXIV. August 1843. Anfertigung und Anbringung der Achsen von den Rädern des Mechanismus, um sie nach Belieben zu verbinden und zu trennen ꝛc. (XXIa). 20,000 fl.

XXXV. Kanal und Probebassin zwischen der Dampfmaschine und der neuen Schleuse und kleiner äußerer Kanal zur ununterbrochenen Communication der Schifffahrt mit der kleinen Schleuse, sowie auch eine Brücke auf dem Leinpfade, alles bei Sparendam. 13,500 fl.

XXXVI. Einfache Abzugsschleuse, die bei Sparendam auch als Stauschleuse dient, zum Abfluß des Wassers der Dampfmaschine. 94,000 fl.

XXXVII. Rollbrücke mit 9 Oeffnungen über den Ableitungskanal bei dem Dorfe Lisse, nebst einer Wohnung für den Wärter. 14,600 fl.

XXXVIII. Februar 1844. Beschotterter Leinpfad längs des Umfangskanals. 57,200 fl. Länge 59246m0.

XXXIX. Mai 1844. Ableitungs- oder Umfangskanal und Umfangsdeich nächst den Grenzen zwischen den Provinzen Süd- und Nordholland. Aufführung einiger Theile des Deiches, die sich gesetzt. Wegnahme einiger Fangdammreste in dem Kanal. Länge des neuen Dammes 368m0, Länge des neuen Kanals 957m0. 24,800 fl.

XL. Mai 1844. Reparatur und Unterhaltung aller Anlagen und Bauwerke für das mit 30. April 1845 endende Jahr, unter andern mit Einschluß von 93m0 Leinpfad, Verstärkung des Deiches mit Faschinen ꝛc. 13,679 fl.

XLI. September 1844. Sanddamm auf 292m0 Länge zur Unterstützung des Deiches bei Halfwege; Anlage eines Grabens längs diesem Deiche auf 2500m0 Länge; Verschluß der breiten Oeffnung „Buitenleede" und einiger andern geringern Oeffnungen bei Lisse und Harlem. 22,900 fl.

XLII. September 1844. Verschluß der Oeffnung „Nieuwe-Meer", 100m0 breit; Vollendung des Umfangskanals an mehreren Stellen; Sanddamm zur Befestigung des Deiches; Fähre über den Kanal; Wächterhaus. 17,800 fl.

XLIII. September 1844. Verschluß der breiten Oeffnung gegenüber den Schleusen von Halfwege auf 350m0 mit 71 Duc d'Alben im Innern des Umfangskanals längs dieser Oeffnung; Verschluß der Oeffnung Spieringgat bei Halfwege auf 25m0. 61,000 fl.

XLIV. September 1844. Vollendung des Leinpfades längs des Spaarne bis zum Umfangskanal auf 370m0; mit einer Brücke über diesen Weg, Fähre mit Wächterhaus. 3,500 fl.



Digitized by Google

XLV. September 1844. Verſchluß von 6 Oeffnungen oder an den See ſtoßenden Kanälen 144m0, Fortſetzung des Umfangsdammes und Beſeitigung von 227m0 Fangdamm aus dem Umfangskanal; Verlängerung dieſes Kanals auf 50m0 nächſt dem Dorfe Oude-Wetering. 18,000 fl.

XLVI. Februar 1845. Rollbrücke mit 9 Oeffnungen über den Umfangskanal bei Harlem in der Gemeinde Vijfhuizen; Wächterhaus; zwei hölzerne Schützen unter dem Deiche zum Ablaß des Waſſers von den nächſt der Brücke eingeſchloſſenen Ländereien. 14,599 fl.

XLVII. Juni 1845. Reparatur und Unterhaltung ſämmtlicher Anlagen und Gebäude für das mit dem Monat April 1846 endende Jahr, mit Einſchluß der Herausſchaffung des auf 240m0 Länge in dem Umfangskanal angehäuften Schlammes; Herſtellung zweier Wege bei der Brücke von Liſſe und bei Leeghwater; Leinpfad auf 500m0 Länge an den Stellen, wo der Umfangsdeich neuerdings geſchloſſen wurde. 33,412 fl.

XLVIII. September 1845. Verſchluß von zwei Oeffnungen am See, die eine beim Leeghwater von 149m0 Breite, die andere vor dem Dorfe Oude-Wetering von 168m0 Breite; zwei temporaire Wohngebäude für die Verwaltung; Fortſetzung des Umfangsdeiches; Beſeitigung von 4 Fangdämmen aus dem Umfangskanal. 48,200 fl.

XLIX. September 1845. Verſchluß der Mündung des Spaarne nächſt dem Cruquius auf 135m0; Fortſetzung des Umfangsdeiches; Wegſchaffung aller Fangdämme. 12,200 fl.

L. Juli 1845. Aufhöhung des Umfangsdeiches bei Schiphol auf 1650m0 Länge. 3,700 fl.

LI. September 1845. 40 Abweiſepfähle mit Rollen an den vorſpringenden Ecken des Leinpfades. 1,700 fl.

LII. December 1845. Vertiefung des Umfangskanals an mehreren Stellen und Ausbaggerung ſeichter von den Fangdämmen gebildeten Stellen. 4,000 fl.

LIII. Lieferung von 1,000,000 Kilogr. Steinkohle, für Sparendam 700,000, für den Leeghwater 300,000 Kilogr. 11,000 fl.

LIV. Januar 1846. Gebäude mit 6 Wohnungen für das Perſonal vom Leeghwater; Reparaturwerkſtätte daſelbſt, beſtehend aus einem Magazin, einer Schmiede, einer Werkſtätte und einer kleinen Dampfmaſchine; offenes Kohlenmagazin für den Leeghwater und Umſchließung des ganzen Etabliſſements. 23,558 fl.

LV. April 1846. Reparatur und Unterhaltung aller Werke für das mit dem Monat April 1847 endigende Jahr, mit Einſchluß der Glaſerarbeiten in den 11 Oeffnungen für die Balanciers des Leeghwater, der Anlieferung einer Anzahl von Objecten zum täglichen Gebrauch für dieſe Maſchine; eine kleine fliegende Schmiede und eine Wohnung für den Schleuſenwächter zu Sparendam. 27,641 fl.

LVI. October 1846. Stroh- und Rohrdecken zum Schutz mehrerer Stellen des Umfangsdeiches gegen die Wogen des Sees. 9,296 fl.

LVII. November 1846. Gebäude für die Dampfmaſchinen des Cruquius und des Lijnden und ihre Keſſelhäuſer; für den Cruquius 230,665 fl., für den Lijnden 218,528 fl.

LVII[a]. November 1846. Anfertigung und Aufſtellung der eigentlichen Maſchine und der Pumpen des Cruquius und des Lijnden. 459,000 fl.

LVII[b]. October 1846. Anfertigung und Aufſtellung der übrigen Theile des Cruquius und des Lijnden, nämlich der Balanciers und der Keſſel. 188,422 fl.

LVIII. November 1846. Wegſchaffen des bei Halfwege in dem Umfangskanal auf 400m0 angehäuften Schlammes. 2,550 fl.

LIX. November 1846. Lieferung von 500,000 Kilogr. Steinkohle für die Maſchine von Sparendam. 4,945 fl.

LX. März 1847. Aeußere Mauern und Dach für die Wohngebäude des Perſonals vom Cruquius und vom Lijnden. 31,420 fl.

LXI. Juni 1847. Reparatur und Unterhaltung aller Werke für das mit dem Monat April endende Jahr 1848. 26,450 fl.

LXII. October 1847. Rollbrücke mit 9 Oeffnungen über den Umfangskanal bei Sloten in der Richtung von Amſterdam; Wächterwohnung; Verbreiterung des Leinpfades von der Brücke bis zum Lijnden, um daraus auf eine Länge von 2350m0 eine fahrbare Straße zu bilden. 16,429 fl.

LXIII. November 1847. Rollbrücke mit 8 Oeffnungen bei Aalsmeer; Wächterwohnung; kleine hölzerne Brücke von 3m0 über einen kleinen Kanal bei dem Dorfe; 150m0 beſchotterte Straße vom Dorfe zur Brücke; Einfaſſungen längs dieſes Weges. 16,298 fl.

LXIV. November 1847. Lieferung von 800,000 Kilogr. Steinkohle für die Maſchinen Sparendam und Leeghwater. 8,400 fl.

LXV. Mai 1848. Reparaturen und Unterhaltung für das mit dem Monat April abſchließende Jahr 1849; mit Einſchluß der Aufſtellung von Waagen in den Steinkohlen-

Digitized by Google

magazinen von Sparendam und Leeghwater; Herstellung eines 30m0 langen Ablasses für das Wasser von den bei dem Dorfe Nieuwekerk eingeschlossenen Ländereien. 35,328 fl.

LXVI. April 1851. Gebäude für die Dampfmaschine Halfwege; Damm zur Bildung des Bassins vor dieser Maschine; einfache Ablaßschleuse, die auch als Stauschleuse in dem gedachten Damme dient. 94,762 fl.

LXVIa. April 1851. Anfertigung und Aufstellung der eigentlichen Maschinerie zu Halfwege. 58,624 fl.

LXVIb. April 1851. Bei derselben Maschine Anfertigung und Anbringung der Achsen der Räder, der Apparate, um sie beliebig zu verbinden und zu trennen ꝛc. 21,300 fl.

LXVII. August 1848. Wegschaffung des Schlammes im Umfangskanal bei Halfwege auf 300m0, weiter gegen Harlem ebenfalls auf 300m0. 4,182 fl.

LXVIII. October 1848. Umfassungen für die Kohlenmagazine am Cruquius und am Lijnden. 8,600 fl.

LXIX. October 1848. Lieferung von Steinkohlen für alle Dampfmaschinen im Betrage von 62,053 fl.

LXX. April 1849. Reparatur und Unterhaltung aller Anlagen und Gebäude für das mit dem 30. April endende Jahr 1850, mit Ablieferung von mehreren für den Cruquis und den Lijnden nothwendigen Gegenständen; von Sanddämmen zur Unterstützung des Umfangsdeiches auf 6750m0; der Anlage von tiefen Rinnen und ihrer Ausfüllung mit Lehm längs dem Deiche auf 512m0. 29,062 fl.

LXXI. Mai 1849. Fernere Vollendung der Wohngebäude für das Personal am Cruquius und am Lijnden (LX). 6,298 fl.

LXXII. Juli 1849. Wegschaffung des Schlammes im Umfangskanal bei Sparendam auf 265m0, bei Halfwege auf 350m0, bei Nieuwe-Meer auf 215m0. 2,673 fl.

LXXIII. Juli 1849. Lieferung von Steinkohlen im Betrage von 88,034 fl.

LXXIV. Februar 1850. Anfang der großen Kanäle im Innern des Sees zur Eintheilung des Polders und zu den Schöpfmaschinen. 9,070 fl.

LXXV. Mai 1850. Reparatur und Unterhaltung aller Werke, Gebäude und Maschinen für das mit dem 30. April 1851 abschließende Jahr, mit Einschluß der Anlage eines tiefen Grabens auf 500m0 längs des Deiches und Ausfüllung desselben mit Lehm zum Schutz des Dammes; Ablaß von 10m0 Länge bei Vijfhuizen. 28,034 fl.

LXXVI. Juli 1850. Verlängerung des großen innern Querkanals bei dem Cruquius auf 900m0 und bei dem Leeghwater auf 725m0. 15,399 fl.

LXXVII. Juli 1850. Steinkohlenlieferung für alle Maschinen im Betrage von 74,448 fl.

LXXVIII. August 1850. Verlängerung des großen innern Kanals bei dem Lijnden auf 134m0. 1,257 fl.

LXXIX. August 1850. Verlängerung desselben großen Kanals bei dem Leeghwater auf 1800m0, beim Cruquius auf 110m0, und Vertiefung eines Theils bei dem Cruquius.

LXXX. November 1850. Graben von mehreren Theilen von Kanälen, Gräben und Rinnen an mehreren Punkten, wo die Leitung des Wassers gegen die Maschinen am nothwendigsten war, und zwar Kanäle 4500m0, Gräben 30600m0 und Rinnen 6740m0. 36,707 fl.

LXXXI. Juni 1851. Verlängerung und Vertiefung der großen zu den Maschinen führenden Kanäle und Verlängerung eines gewöhnlichen Kanals, der Kagertogt genannt. 50,067 fl.

LXXXII. April 1851. Reparatur und Unterhaltung aller Werke für das mit dem 30. April 1852 endende Jahr; mit Einschluß mehrerer für die vier Maschinen erforderlichen Gegenstände und 500m0 tiefen Rinnen am Umfangsdeich zur Ausfüllung mit Lehm. 24,952 fl.

LXXXIII. Juni 1851. Steinkohlenlieferung für alle Maschinen für die Summe von 87,270 fl.

LXXXIIIa. Juli 1851. Ausschlämmung des Umfangskanals bei dem Cruquius auf 700m0, bei Halfwege auf 320m0, bei dem Nieuwe-Meer auf 300m0. 6,682 fl.

LXXXIV. Juli 1851. Anlage von mehreren Theilen der innern gewöhnlichen Kanäle auf 7896m0 und Gräben auf 29400m0 Länge. 32,304 fl.

LXXXV. September 1851. Verlängerung des großen Kanals bei dem Lijnden auf 3100m0; Vertiefung eines Theils desselben Kanals bei dem Leeghwater. 46,943 fl.

LXXXVI. November 1851. Verlängerung des großen Kanals. Ist in Nr. XCI mit inbegriffen.

LXXXVII. October 1851. Fähre für bespanntes Fuhrwerk. 629 fl.

LXXXVIII. October 1851. Ablaß unter der großen Straße von Harlem nach Amsterdam. 4,495 fl.

LXXXIX. November 1851. Graben von mehreren Theilen gewöhnlicher Kanäle auf 16600m0 und Gräben zusammen auf 62580m0. 41,883 fl.

XC. November 1851. Reparaturen an der Rollbrücke von Lisse. 2,028 fl.

Digitized by Google

XCI. April 1852. Graben aller noch nicht beſtandenen Theile der großen Kanäle zur Verbindung der drei Schöpfmaſchinen. An der Seite des Leeghwater auf 5935m0 für 78,377 fl.; zwiſchen dieſem Theile und dem vollendeten Theil an der Seite des Lijnden auf 5950m0 für 76,756 fl.; zwiſchen dem Theil des großen bei dem Cruquius ſchon gemachten Querkanals und dem großen Längenkanal auf 4000m0 für 51,238 fl.

XCII. April 1852. Reparatur und Unterhaltung aller Werke für das mit dem 30. April ſchließende Jahr 1853, mit Einſchluß einer kleinen Schmiede in dem Steinkohlenmagazin von Halfwege und eines Dammes öſtlich vom Umfangsdeich auf 9000m0 Länge. 15,344 fl.

XCIII. Juni 1852. Ausſchlämmung der großen innern Kanäle bei dem Leeghwater auf 2800m0, bei dem Cruquius auf 1150m0. 31,630 fl.

XCIV. Juni 1852. Kohlenlieferung für 35,587 fl. und bis zum 1. Juli 1853 für 32,887 fl.

XCV. Juni 1852. Ausſchlämmung im Umfangskanal bei dem Cruquius auf 560m0, bei Halfwege auf 400m0. 4,919 fl.

XCVI. Juni 1852. Ausſchlämmung im großen innern Kanal bei dem Lijnden auf 2500m0; Herſtellung von Wegen auf 12400m0 mit Seitengräben längs eines Theils des Umfangsdeiches. 21,431 fl.

XCVII. Auguſt 1852. Verlängerung von mehreren gewöhnlichen Kanälen auf 10310m0; Ausſchlämmungen mehrerer Theile dieſer Kanäle auf 6603m0. 39,228 fl.

XCVIII. Auguſt 1852. Graben einiger gewöhnlicher Kanäle auf 7090m0 Länge. 17,550 fl.

XCIX. September 1852. Fähre für das Fuhrwerk bei Halfwege; fahrbare Straße von der Amſterdammer Straße bis zur Fähre auf 150m0, und von der Fähre bis zum Lijnden mittels Verbreiterung des Leinpfades auf 3400m0; Anlage eines kleinen Hafens für die Fähre. 2,287 fl.

C. Die gewöhnlichen Kanäle, Gräben und Wege zur Vollendung der Theilung desjenigen Theils des Sees, welcher das Spieringmeer genannt wird, zwiſchen Halfwege und Harlem; 10620m0 Kanäle für 26,680 fl. und 65480m0 Gräben für 8996 fl.

CI. März 1853. Reſt der gewöhnlichen Kanäle und Gräben ſo wie der Wege für die Theilung des Polders in 5 Theilen und zwar 90499m0 Kanäle, 136318m5 Gräben und 92731m5 Wege, zuſammen für 231,696 fl.

CII. Mai 1853. Vertiefung des großen Kanals bei dem Leeghwater und des Querkanals bei dem Cruquius, nebſt einigen Nebenarbeiten für die Theilung des Polders. 32,413 fl.

CIII. Mai 1853. Reparatur und Unterhaltung aller Werke während des mit dem 30. April 1854 endenden Jahres; Erneuerung mehrerer Gegenſtände; Vergrößerung und Meublirung der Wohnung für die Direction bei der Maſchine Halfwege. 19,343 fl.

CIV. 4. Juli 1853. Steinkohlenlieferung vom 1. Juli 1853 bis 1. Juli 1854 für die Summe von 47,551 fl.

CV. 25. Juli 1853. Bau von 9 hölzernen Brücken über den großen Kanal und den großen Querkanal und von 11 hölzernen Brücken über die innern Kanäle. 57,769 fl.

CVI. 17. Auguſt 1853. 24136m0 Gräben und Wege längs eines Theils des großen Kanals und des großen Querkanals. 18,677 fl.

CVII. Auguſt 1853. Bau von 49 hölzernen Brücken über die innern Kanäle zur Vollendung der Communication zwiſchen den verſchiedenen Wegen. 64,964 fl.

CVIII. Auguſt 1853. 240913m0 Gräben und 5032m0 Wege. 42,123 fl.

CIX. October 1853. 3 Fähren für die Communication zwiſchen dem Polder und der anſtoßenden Gemeinden. 1,333 fl.

CX. December 1853. 13900m0 Gräben und Wege längs dem übrigen Theil des großen Kanals, von der Inſel Abbenes in der Richtung des Lijnden. 16,365 fl.

CXI. Februar 1854. Der übrige Theil der innern Gräben = 367980m0. 60,042 fl.

CXII. Mai 1854. Reparatur und Unterhaltung aller beſtehenden Werke für das mit dem 30. April 1855 abſchließende Jahr; mit Einſchluß der Verbreiterung des Leinpfades um 1m0 zwiſchen Halfwege und dem Lijnden. 28,619 fl.

CXIII. Mai 1854. Vollendung des Gürtelweges innerhalb des Umfangsdeiches, mit Einſchluß der zum Polder nöthigen 47 Zugänge und 51 Durchläſſe, wovon 2 gemauert und die andern von Holz. 9,668 fl.

CXIV. Juli 1854. Steinkohlenlieferung vom 1. Juli bis 31. December 1854. 29,280 fl.

CXV. Anlage dreier Häfen für die Fähren in dem Umfangskanal; Vollendung und Verbeſſerung der daran anſtoßenden Wege und Bau von Wohnungen für die drei Fährleute. 10,242 fl.

Digitized by Google

CXVI. Juli 1854. Rollbrücke mit 6 Oeffnungen über den Umfangskanal bei dem Dorfe Bennebroek, mit Einſchluß des Wächterhauſes. 7,756 fl.

CXVII. Ausſchlämmung im Umfangskanal; wurde wegen zu hohen Preiſes nicht genehmigt.

CXVIII. November 1854. Rollbrücke mit 6 Oeffnungen über den Umfangskanal; Brückenwärterhaus; Weg und Kanal von dieſer Brücke nach dem Dorfe Leimuiden, und feſte Brücke über den Graben nördlich von dieſem Dorfe. Weg 673m0, Kanal 555m0 Länge. 14,529 fl.

CXIX. December 1854. Vertiefung und Ausſchlämmung des Kanals Leedetogt. Fand ſich kein Entrepreneur und iſt in Nr. CXXIV enthalten.

CXX. December 1854. Lieferung von Steinkohlen für das Jahr 1855. 151,550 fl.

CXXI. April 1854. Vertiefung und Ausſchlämmung des Umfangskanals auf 8700m0 Länge. 16,798 fl.

CXXII. April 1855. Reparatur und Unterhaltung aller Werke vom 1. Mai bis 31. December 1855. 37,265 fl.

CXXIII. Dieſe Nummer wurde aufgehoben.

CXXIV. Juli 1855. Vertiefung und Ausſchlämmung des Umfangskanals, des großen Kanals, der großen Querkanäle und einiger anderer innerer Kanäle. 69,704 fl.

CXXV. December 1855. Bau des Maſchinenhauſes und ſeiner Nebengebäude bei der Schleuſe Hanepraaisluis zu Gouda. 94,364 fl.

CXXVa. December 1855. Anfertigung und Aufſtellung der Maſchinen nebſt den Keſſeln und Zubehör in dem Dampfmaſchinengebäude zu Gouda. 128,000 fl.

CXXVI. December 1855. Anlage eines Kanals durch die Wälle von Gouda; Verbreiterung und Vertiefung eines Theils des um dieſe Stadt beſtehenden Kanals; Bau zweier feſten Brücken; alles, um das Waſſer beſſer gegen die Dampfmaſchine in Gouda zu leiten. 16,049 fl.

CXXVII. März 1856. Reparaturen und Erneuerungen an den Maſchinengebäuden des Lijnden in Folge eines an dieſer Maſchine vorgekommenen Unfalles ꝛc. 30,611 fl.

CXXVIII. Juni 1856. Vertiefung und Ausſchlämmung einiger Stellen des großen Kanals und der innern Kanäle auf 15090m0 Länge. 56,776 fl.

CXXIX. October 1857. Lieferung von Steinkohlen für die Maſchine von Gouda. 6,855 fl.

CXXX. Januar 1853. Grabung eines Theils des innern Kanals bei Aalsmeer auf 3000m0 Länge. 6,000 fl.

CXXXI. Juni 1853. Vertiefung einiger Gräben und Graben einiger andern im Spieringmeer. 1,552 fl.

CXXXII. November 1853. Vertiefung eines Theils des innern Kanals „Ytogt“. 2,100 fl.

CXXXIII. Auguſt 1855. Bau eines Fangdammes zur Sicherung der Fundamente der Dampfmaſchine Lijnden. 14,200 fl.

CXXXIV. Januar 1856. Kleine Dampfmaſchine zur Speiſung der Keſſel des Leeghwater, verſehen mit einem Apparat zur Trockenlegung der Fundamente. 3,500 fl.

CXXXV. Juni 1856. Reparatur der Pumpenröhren an der Dampfmaſchine Lijnden. 3,500 fl.

CXXXVI. September 1856. Erneuerung und Reparatur der Kugelventile des hydrauliſchen Apparates an der Dampfmaſchine Lijnden. 3,580 fl.

CXXXVII. September 1856. Bau eines Fangdammes vor der Schleuſe Hanepraaisluis bei Gouda. 4,000 fl.

CXXXVIII. September 1856. Abbruch der Schleuſe Hanepraaisluis und Bau einer neuen Schleuſe dafür. 27,997 fl.

CXXXIX. September 1857. Lieferung verſchiedener Gegenſtände für die Dampfmaſchine zu Gouda. 380 fl.

CXL. September 1857. Lieferung einiger andern nöthigen Gegenſtände für dieſelbe Maſchine. 604 fl.

---

## Landungsbrücke zu Makaſſar auf der Inſel Celebes.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 751.)

Um einem dringenden Bedürfniß abzuhelfen, wurde in dem Hafen von Makaſſar auf der Inſel Celebes im Jahre 1863 die auf Blatt 751 dargeſtellte Landungsbrücke errichtet. Sie beſteht aus zwei Theilen, nämlich aus einem an das Ufer ſich anſchließenden ſteinernen Damm von 32m0 Länge und 3m75 zwiſchen den Geländern, und aus einer hölzernen 60m0 langen Jochbrücke auf Schraubenpfählen von Schmiedeiſen, die bei dem Anſchluß an den Stein-

Digitized by Google

damm eine Breite von 4m0 hat, weiterhin aber eine Breite von 5m0 annimmt und endlich an der Seeſeite eine Querbrücke von 20m0 Länge und 5m0 Breite bildet.

Die Anlage des Steindammes und der Jochpfähle geht aus den Fig. 1—7 auf anliegendem Blatte deutlich hervor und bedarf keiner weiteren Beſchreibung. Die eiſernen Schraubenpfähle haben eine Stärke von 0m127, während der Durchmeſſer der Schrauben 0m61 beträgt. Die erſten 13 nur 8m0 und noch weniger langen Pfähle beſtehen je aus einem einzigen Stück; die 18 übrigen Pfähle ſind länger und ſind aus zwei Theilen zuſammengeſetzt, welche übereinander ſtehen und nach Fig. 8 verbunden ſind. Ueber den Köpfen der Pfähle ſind gußeiſerne Schuhe aufgeſetzt und mittels derſelben werden die Jochpfähle durch hölzerne Langſchwellen miteinander verbunden; darüber ſind auf die gewöhnliche Weiſe hölzerne Balken gelegt, welche mit einer einfachen Bohlenlage bedeckt ſind. An der Außenſeite iſt das Geländer der Brücke auf 10m0 Weite behufs des Ein- und Ausladens unterbrochen. Die Jochpfähle ſind außer den erwähnten Langſchwellen durch diagonale eiſerne Zugbänder verbunden, die mit Spannſchrauben verſehen ſind. Eben ſo ſind die Joche mit einem Längenverband von Zugſtangen in Verbindung geſetzt. Die Befeſtigung dieſer Zugſtangen an die Pfähle iſt oben an den eiſernen Schuhen mittels Durchlochungen und unten über dem niedrigſten Waſſerſpiegel (2m5 unter den Schuhen) an einem aus vier Stücken beſtehenden Kragen verbunden, welcher an den Pfählen durch Schraubenbolzen befeſtigt iſt.

Die Pfähle wurden am Lande zuſammengeſchraubt und dann mittels eines Floſſes an den Ort ihrer Beſtimmung gebracht, das nach Fig. 11 eingerichtet war. Es wurden nämlich zwei Fahrzeuge von beiläufig 11m0 Länge und 2m5 Breite, die 3m25 voneinander entfernt ſind, durch Balken verbunden, worüber man eine Dielung legte. In der Mitte des auf dieſe Weiſe gebildeten Decks befand ſich eine kreisförmige Oeffnung von 2m75 Durchmeſſer zum Durchlaſſen der Pfähle in die Krinoline, von welcher alsbald die Rede ſein wird. Um nun das Floß nach dem Einſchrauben eines Pfahles fortſchaffen zu können, befindet ſich in dem Deck noch eine andere Oeffnung von 0m65, die von der runden Oeffnung bis zur Kante des Floſſes geht. Zu dieſem Zweck konnten die über dieſer Oeffnung liegenden Balken nicht im Ganzen durchgehen, ſondern mußten aus drei Stücken zuſammengeſetzt werden, die an beiden Seiten der kanalförmigen Oeffnung durch Bänder und Bügel mit einander verbunden wurden. Durch das Losmachen dieſer Bänder und Bügel und das Wegnehmen der mittleren Balken und die darüber gelegte Dielung konnte nach dem Einſchrauben dieſer Kanal geöffnet werden.

Wenn das Floß mit einem Pfahl an dem beſtimmten Orte angekommen und gehörig verankert war, zu welchem Zweck auf dem Floſſe vier Winden ſtanden, ſo wurde der Pfahl durch einen mitten über der kreisförmigen Oeffnung ſtehenden beweglichen Bock und mit Hülfe einer Schiffswinde gerade geſtellt. Dieſer Bock muß beweglich ſein, da ſonſt das Drehen der Winden verhindert würde. Um nun dieſen Bock bequem aufzurichten, war ein feſter Bock angebracht worden, von dem aber auch die Stützen zur Erlangung des nöthigen Raumes weggenommen werden konnten. War nun der Pfahl zum Stehen gebracht, ſo wurde um ihn ein Apparat geſtellt, den wir des Gleichniſſes wegen Krinoline genannt haben und bei dem Eindrehen des Pfahles als Führung diente. Sie beſtand, wie aus Fig. 9 zu erſehen, aus zwei 0m80 nach der Höhe voneinander entfernten Ringen aus vierkantigem 0m041 ſtarken Stabeiſen. Dieſe beiden Ringe, die als die obere und die Grundfläche eines abgeſtutzten Kegels betrachtet werden können, ſind durch acht 0m041 ſtarke vierkantige Eiſen verbunden, zwiſchen denen noch andere diagonal laufende Stützen angebracht ſind. An dem obern Ring befinden ſich vier nach aufwärts gehende Augen, und an dem untern Ring vier Scharniere, die im geſchloſſenen Zuſtande ebenfalls Augen und Oehſen bilden, welche denen des obern Ringes correſpondiren.

Die ganze Krinoline und folglich auch die beiden Ringe beſtehen aus zwei Hälften, damit man das Geſtell um den Pfahl legen kann; ſie werden zu dieſem Zweck an den beweglichen Bock gehängt, um den Pfahl gelegt und dann durch zwei Bolzen miteinander verbunden, welche der Richtung der Kegelfläche folgen und oben und unten durch an die beiden Hälften der Ringe geſchmiedete Ohren gehen.

Iſt nun die Krinoline geſtellt, ſo werden durch die Augen des obern Ringes lange vierkantige eiſerne Stäbe geſteckt und ſo lange längs dem untern Ring bewegt, bis ſie in die correſpondirenden Augen des untern Ringes eingreifen, welche darauf durch die Scharniere geſchloſſen werden, worauf dieſe letztern ſelbſt mit Stricken an den untern Ring feſt angebunden werden.

Durch einige Hammerſchläge werden die Stäbe bis an oder wohl in den Seeboden getrieben, weßhalb ſie nur ſo lang zu ſein brauchen, daß ſie wenig über den obern Ring vorſtehen, da ſie ſonſt den Bewegungen auf dem Floſſe hinderlich ſein würden. Nun werden an den obern Ring zwei

Digitized by Google

in der Mitte kreisförmig gebogene eiſerne Stäbe feſtgebunden, die eine für die Bewegung des Pfahls nöthige Führung bilden. Endlich wurde die Krinoline losgemacht von dem beweglichen Bock und dieſer letztere bei Seite geſchafft.

Als nun alles ſo weit bewerkſtelligt war, ging man zum Anbringen der Drehvorrichtung (Fig. 10) über. Vier vierkantige eiſerne 45 Millimeter ſtarke Stäbe $a_1\ a_{11}, b_1\ b_{11}, c_1\ c_{11}$ und $d_1\ d_{11}$, die in der Mitte bogenförmig geſchmiedet ſind, wurden paarweiſe um den Pfahl gelegt, ſo daß das eine Paar unmittelbar oben und in einer ſenkrechten Richtung gegen das andere zu liegen kam. Die bogenförmige Ausſchmiedung iſt der Art, daß jeder Stab oder auch Bügel den Pfahl nur an zwei Punkten berührt, ſo daß es im Ganzen acht Berührungspunkte gibt. Mit einem 26 Millimeter ſtarken Schraubenbolzen g wird jedes Paar Bügel angeſetzt und dann um den vorher mit getheertem Tauumſchlag verſehenen Pfahl gehörig feſtgeklemmt.

Zehn Centimeter von den Schraubenbolzen g entfernt ſind die Bügel in eine ſenkrechte Fläche umgebogen und zwar der Art, daß von zwei zunächſt nebeneinander laufenden Bügeln der eine aufwärts und der andere niederwärts gebogen iſt und daß zugleich die zwei Enden von einem und demſelben Bügel ein und dieſelbe Richtung haben. Auf dieſe Weiſe kommen die vier Stabenden $a_1\ a_{11}, c_1\ c_{11}$ oben und eben ſo die vier Enden $b_1\ b_{11}$ und $d_1\ d_{11}$ unten, alſo vier und vier in eine horizontale Fläche zu liegen.

Zur größern Feſtigkeit ſind die Bügel da, wo die erwähnte Umbiegung beginnt, geſpalten, ſo daß die $0^m20$ langen und $0^m10$ breiten Augen k gebildet werden.

Der gegenſeitige Abſtand von jedem Paar Bügel beträgt horizontal gemeſſen 5 Centimeter, und gerade an der Stelle, wo die Augen k nebeneinander laufen, iſt ein vierkantiger 5 Centimeter ſtarker Stab r angebracht, der durch die an den Augen befindlichen Oeffnungen geſteckt wird und oben umgebogen iſt, um das Durchfallen zu verhüten.

Durch dieſes Stäbchen r wird bei dem Eindrehen der Pfähle die Verdrehung der Bügel verhindert.

Ueber den vier obern Punkten $a_1\ a_{11}, c_1$ und $c_{11}$, dann auch über $b_1\ b_{11}, d_1$ und $d_{11}$ liegt der vierkantige ſchmiedeiſerne Ring, der eine Stärke von 26 Millimetern hat und mit acht niederwärts gehenden Vertiefungen oder Laſchen t verſehen iſt, die von oben durch ein auf den Ring geſchmiedetes Stäbchen geſchloſſen ſind und inwendig 8 Centimeter im Quadrat meſſen. Der Ring liegt in der Art auf den Bügelenden, daß vier von den Laſchen t gerade vor die vier Punkte $a_1\ a_{11}\ c_1\ c_{11}$ oder $b_1\ b_{11}\ d_1\ d_{11}$ zu liegen kommen.

Die Hebel n werden ſo durch dieſe Laſchen t geſteckt, daß ihre hintern Enden hinter den Pfahl kommen, ſo daß bei dem Drehen der Hebel der Ring f mitgezogen wird, womit ſich auch die Bügel drehen, die durch die ſtarke Anklemmung an den Pfahl auch dieſem die drehende Bewegung mittheilen.

Iſt das beſchriebene Geſtell in der gehörigen Höhe angebracht worden, ſo wird der Ring f erſt auf die untern Punkte $a_{11}\ b_{11}\ c_{11}\ d_{11}$ gelegt, dann werden die Hebel eingeſetzt und es wird der Pfahl ſo lange gedreht, als es die Höhe über dem Floß zuläßt. Demnächſt wird der Ring auf die obern Punkte a b c d verſetzt und es wird der Pfahl ſo tief als möglich eingeſchraubt; alsdann werden die Schrauben g losgemacht und das ganze Geſtell wird längs dem Pfahl aufwärts geſchoben, ſo daß es den gehörigen Standpunkt einnimmt, dann feſtgemacht, und der Pfahl wird auf die vorbemerkte Art eingedreht. Dieſe Operation wird ſo lange wiederholt bis der Pfahl auf die gehörige Tiefe eingetrieben iſt.

Dieſe Eindrehungstiefe der Pfähle in den Boden war nicht bei allen gleich, ſondern variirte vom Anfange an bis zur Seeſeite der Brücke zwiſchen $2^m0$ und $6^m0$. Die Zeit, welche zum Einſchrauben nothwendig war, hing vornehmlich von dem verſchiedenen Zuſtande des Seebodens ab, der aus mehr oder minder harten Korallen beſteht, worüber eine ungleiche Sand- und Schlammſchicht liegt. Der erſte oder die erſten zwei Meter wurden gewöhnlich ſehr leicht in der Zeit von einer Stunde oder noch weniger eingedreht; weiterhin aber fand man mehrere Schwierigkeiten, ſo daß man oft nicht regelmäßig drehen konnte, ſondern häufig durch Stoß wirken mußte. Je nachdem der Boden feſter wurde, mußte auch die Drehvorrichtung öfter verſetzt werden, denn wenn die Verrückung bei weichem Boden $3^m5$ betrug, war der Abſtand bei feſtem Grunde nicht mehr als 2 bis $3^m0$.

Sämmtliche 31 Pfähle wurden in 54 Tagen bis zur gehörigen Tiefe eingetrieben; da man aber 22 Tage für Veränderung und die Herſtellung von einem erſt gebrauchten Drehgeſtell und für andere Verſäumniſſe rechnen muß, ſo kann man für das eigentliche Einſchrauben der Pfähle nur 32 Tage rechnen, ſo daß beiläufig auf den Tag ein Pfahl entfällt.

Gewöhnlich wurden 16 Mann bei den Hebeln angeſtellt, obſchon dies häufig überflüſſig iſt, denn es iſt ſelbſt ein ganzer Pfahl mit 8 Mann eingedreht worden.

Beſondere Schwierigkeiten ſind bei dieſen Arbeiten nicht vorgekommen; bei einem Pfahle ereignete es ſich, daß



Digitized by Google

er durch sein Eigengewicht in den weichen Bodengrund sich niedersenkte und auf die Seite fiel; das Wiederaufrichten desselben allein machte einige Schwierigkeiten.

Als sämmtliche Pfähle gestellt waren, ging man zur Anbringung der Schuhe, Kragen und Zugstangen über; durch die Spannschrauben wurden die Pfähle in ihren gehörigen senkrechten Stand gebracht.

Der Oberbau der Landungsbrücke ging hierauf schnell von Statten.

Drei Meter vor dem Haupt der Brücke wurden zwei Duc d'Alben eingerammt, um allen durch die Schiffe etwa zu veranlassenden Beschädigungen vorzubeugen.

---

## Schiefe Brücke über den Ornain bei Bar-le-Duc auf der Eisenbahn von Paris nach Straßburg.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 752.)

Diese Brücke bildet mit der genannten Eisenbahn einen Winkel von 44° 23′ und besteht aus 3 nach einem Kreissegment gebildeten Bogen von 15m776 Halbmesser, 15m01 Spannweite und 1m90 Pfeil. Die Mittelpfeiler haben 2m50 Stärke an den Bogenanfängern und eine Böschung von $^1/_{20}$; sie stehen wie auch die Landpfeiler auf einer Betonschicht über Kimmerid-Mergel.

Die Gewölbe bestehen aus 5 Ringen aus Haustein von 0m82 Breite und 0m875 voneinander entfernt; sie sind in 38 Wölbsteine von 0m3986 Stärke, nach dem Stirnbogen, und einen Schlußstein von 0m50 Stärke getheilt. Der Raum von 0m875 zwischen den Ringen ist mit Platten von 0m25 Stärke ausgefüllt, deren untere mit dem Intrados der Ringe parallele Fläche um 0m50 höher liegt, so daß sie nach einem Kreisbogen von 16m276 beschrieben ist. Die Platten sind in Schichten getheilt, nach Linien, die mit den Landpfeilern parallel sind; sie wurden 0m10 tief in die Ringe eingelassen; der eingreifende Theil ist so abgeschrägt, daß am Ende nur eine Stärke von 0m10 verbleibt (Fig. 6); auch sollten sie trocken versetzt werden; da aber der Verband gefehlt haben würde, so hat man sie durch Mörtel und Füllsteine befestigt. Die Ringe sind unter sich durch eiserne Armaturen verbunden.

Die Erdarbeiten der Fundamentirung begannen am 2. September 1850 und waren am 4. October vollendet; das ausgegrabene Erdreich bestand aus Kies, der mit einer 0m30 dicken Erdschicht bedeckt war.

Die Umschließungen zum Einguß des Betons bestanden aus 0m10 in Quadrat starken und 1m0 von Achse zu Achse entfernten Pfählen und gewöhnlichen tannenen Brettern. Sie bildeten eine Länge von 207m90; am 28. September begonnen, waren sie am 7. October bereits fertig; der laufende Meter kostete 2 Fr. 35 Cent.

Der Beton bestand aus 4 Theilen Mörtel und 6 Theilen Stein oder Kies; er wurde mittels eines halbkreisförmigen Kastens von 0m80 Länge und 0m75 Durchmesser eingegossen. Die Betonarbeiten wurden am 7. October begonnen und waren am 18. desselben Monats vollendet; mit einem Kasten machte man 17 bis 18 Meter täglich. Der kubische Inhalt des Betons beträgt 310m0; verwendet wurden 156m0 Mörtel und 256m0 Steine und Kies. Der Mörtel bestand aus 3 Theilen Kalk, 4 Theilen Sand und 2 Theilen Ziegelmehl. Er wurde mit einer von zwei Pferden bewegten Mörtelmaschine und einem Arbeiter angemacht.

Das Mauerwerk begann am 4. October 1850, doch hörte man damit am 5. November nach dem Versetzen der fünften Schicht auf; am 12. April des folgenden Jahres wurden die Arbeiten wieder aufgenommen; am 28. begann man das Versetzen der Gewölbsteine und am 15. Mai wurde der erste Bogen drei Tage nach dem Einsetzen des Schlußsteines ausgerüstet; am 23. Mai rüstete man die zwei andern Bogen aus und am 26. passirten die ersten Maschinen die Brücke.

Die Senkungen beliefen sich auf 15 bis 25 Millimeter. An den Widerlagern zeigte sich gar keine Bewegung. Am andern Tage nach der Ausrüstung des ersten Bogens bemerkte man, daß die Wölbsteine an der Seite des stumpfen Winkels aus der Stirnfläche heraustraten; man löste die Platten aus, so daß ihre Bewegung von der der Ringe unabhängig ist; die eisernen Armaturen wurden eingelegt, und es hörte nun jede Bewegung auf. Bei den beiden andern Bogen machte man die Platten vor der Ausrüstung frei, und obgleich die Eisen nur einige Tage nach der Ausrüstung gelegt wurden, waren die Bewegungen weniger bemerkbar.

Digitized by Google

Nach dem Uebergange der ersten Locomotiven erhielten mehrere Wölbsteine der Anfänger Risse nach den Linien a b, c d (Fig. 6); um einer weiteren Zerdrückung vorzubeugen, öffnete man die Fugen auf 5 bis 6 Centimeter Tiefe, um den Druck mehr nach der Mitte des Gewölbsteines zu übertragen.

Verwendet wurden zum Mauerwerk 381,75 Kubikmeter Mörtel, wovon die Kosten im Durchschnitt 3 Fr. 15 Cent. betrugen; das Versetzen der Quadern, 678,11 Kubikmeter, wurde mit 7 Fr. 95 Cent. hergestellt; der Kubikmeter Mauerwerk aus gespitztem Bruchstein wurde für 2 Fr. 75 Cent. angefertigt und es hatte dasselbe 36,39 Kubikmeter; das gewöhnliche Mauerwerk, 679,71 Kubikmeter, kostete pro Kubikmeter an Arbeitslohn 2 Fr. 55 Cent.

An Holz zum Einrüsten der Gewölbe brauchte man beiläufig 115 Kubikmeter und 278 Taglöhne für das Bearbeiten, 213 desgl. für das Richten und das Ausrüsten; doch ist hierbei die Arbeit für das Einschlagen der Pfähle in der Achse der Bogen nicht mit inbegriffen. Die Kosten betrugen: 115 Kubikmeter Tannenholz à 40 Fr. = 4000 Fr.; 491 Taglöhne à 4 Fr. im Durchschnitt = 1473 Fr., zusammen 6073 Fr.

Für den Quadratmeter Wölbung erhielt der Entrepreneur 16 Fr. 50 Cent.; die Oberfläche derselben ist 356,82 Quadratmeter. Die Lehrbogen wurden mit Rails belastet, wofür man 97 Taglöhne bezahlte.

Die sämmtlichen Baukosten betrugen 91754 Francs 15 Cent.

---

## Apparat zum Einlaugen der Wäsche, der Leinen- und Baumwollenstoffe ꝛc.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 753.)

Diese Apparate haben hauptsächlich den Zweck die spontane periodische und ununterbrochene Begießung der alkalinischen Lösungen zuerst bei niedriger, dann wenn sie 50° erreicht haben, bei allmählig zunehmender Temperatur hervorzubringen, ohne jemals die Temperatur des kochenden Wassers zu überschreiten. Diese Wirkungen erreicht man auf einfache Weise; anstatt der geschlossenen Kessel, bei denen man nur Sodiumwasser von 110° C. über die Stoffe gießen kann, erreicht man diese Uebergießungen unter einfachem atmosphärischen Druck. Anstatt, daß der Dampf die von ihm erzeugte Flüssigkeit preßt, bringt er sie bis zu dem Punkt, wo sie ausgegossen werden soll, in dem Moment selbst, wo sie sich mit ihm vermischt sieht.

Dieses Phänomen wird durch verschiedene Combinationen von Apparaten und ganz einfach dadurch hervorgebracht, daß man an der Steigröhre eine metallene oder andere Scheibe von passender Form, z. B. eines Kegels, einer Halbkugel ꝛc. anbringt, welche im Centrum eine Oeffnung hat, die der der Steigröhre gleich und am untern Theil mit Löchern oder Einschnitten versehen ist. Bringt man diese Scheibe in die zu hebende Flüssigkeit, so theilt sie dieselbe, bildet zwei Abtheilungen, deren eine den erwärmten Theil enthält, und trennt sie von der andern, welche mit der erstern nur durch die untern Oeffnungen in Verbindung steht, die immer einige Centimeter überdeckt sind.

Denken wir uns ein Gefäß A, Fig. 9 (Blatt 753), das eine gewisse Quantität Wasser enthält; setzt man in dasselbe ein Rohr, das mit einem Konus versehen ist, an dessen unterer Fläche Einschnitte angebracht sind, welche, wie oben gesagt, stets von der Flüssigkeit bedeckt werden. Setzt man nun dieses Gefäß über ein Feuer, so empfängt die ganze Wassermasse die Wirkung desselben, der von dem Konus bedeckte Theil aber wird stärker erwärmt, und nach Maßgabe als die Temperatur steigt, bildet sich eine Quantität Dampfblasen, die das Bestreben haben in die Röhre B zu steigen; da sich aber der Konus immer mehr verengt, so pressen sie sich geräuschvoll nach dessen oberm Theil, indem sie ein Aufwallen verursachen, wodurch sie mit einer gewissen Quantität der Flüssigkeit vermischt werden, welche sie in die Steigröhre mit fortreißen und die sie im Moment der Begießung an dem obern Theil verlassen.

Diese Flüssigkeit wird durch diejenige ersetzt, welche den Konus umgibt und durch die Einschnitte eindringt, und da sie mehr Dichtigkeit besitzt, weil sie minder warm und vom Dampf befreit ist, so entsteht ein Druck von unten nach oben auf die, welche sie ersetzt, und wodurch also das Aufsteigen befördert wird.

Im Anfange unterbricht die Speisung durch eine kalte Flüssigkeit das Aufsteigen periodisch, nach Maßgabe aber als sich die Flüssigkeit erwärmt, wird die Bewegung stärker



Digitized by Google

und wird endlich ununterbrochen. In gewiſſen Fällen kann die Scheibe durch einen iſolirten Keſſel von paſſender Form erſetzt werden, den man unter einen Behälter ſetzt, mit dem er durch zwei Röhren in Verbindung ſteht, wovon die eine zum Aufſteigen der warmen Flüſſigkeit und die andere zur Speiſung der kalten Flüſſigkeit dient.

In Fig. 1 iſt die Anwendung dieſes Princips auf einen Zuber mit directer Flamme dargeſtellt. Der Zuber A hat einen gußeiſernen Boden B, der über der Feuerung C liegt; der Konus greift über den ganzen erwärmten Theil und hat an ſeinem Kopf ein gußeiſernes Kreuz, welches den Roſt F trägt, worauf die Wäſche oder die übrigen zu behandelnden Stoffe liegen.

Die Steigeröhre G wird durch eine Pumpe gebildet, welche den Zweck hat die Benutzung bei niedriger Temperatur zu bewirken; ſie hört in dem Moment auf zu arbeiten, wo die Flüſſigkeit eine ſo hohe Temperatur erreicht, daß die natürliche Aufſteigung hervorgebracht wird und der Kolben am untern Theil ſeines Laufes ſich dieſer Wirkung nicht widerſetzt. Weiter unten werden wir die Anwendung dieſer Pumpe erklären.

Die Fig. 2 ſtellt zwei Zuber von verſchiedenen Syſtemen dar, die durch Circulation mittels eines gewöhnlichen Keſſels erwärmt werden. Derſelbe iſt von Gußeiſen und beſteht aus einem einzigen Stück; er wird von zwei runden und concentriſchen Mänteln gebildet, die ſich am obern Theil mittels einer an beiden Seiten offenen Röhre vereinigen.

Dieſe Anordnung bietet eine doppelte Heizfläche, die eine ſehr dünne Flüſſigkeitsſchicht enthält. Die Flamme berührt zuerſt die innere Fläche; da aber die obere Oeffnung nur eine berechnete Paſſage für die Verbrennung der Gaſe läßt, ſo iſt die Flamme gezwungen ſich in den untern Kanälen rings um die äußere Fläche zu vertheilen, die ſie mit vieler Kraft erwärmt.

Die Seitenanſatzröhren haben die Beſtimmung, die Circulation zu benutzen, die ſich im Innern der Flüſſigkeitsſchicht herſtellt, deren heißeſten Molecüle ſtets nach dem obern Theil ſtreben.

Wir gehen nun zu dem Zuber I über. Derſelbe hat einen gußeiſernen Boden mit zwei Anſatzröhren J K, die ſich mit denen L M des Keſſels J vereinigen. Das Rohr N ſetzt ohne Unterbrechung die Anſatzröhre L bis zum obern Theil des Zubers fort, während das Rohr O bloß den Boden des Zubers mit dem untern Theil des Keſſels verbindet.

Hat nun bei dieſer Anordnung, wie oben angedeutet wurde, die Flüſſigkeit die zum Steigen paſſende Temperatur erreicht, ſo erheben ſich die heißeſten Molecüle derſelben natürlich bis zum obern Theil des Keſſels, die in dem Boden des Zubers enthaltene Flüſſigkeit übt einen Druck von unten nach oben aus, und der Dampf, der ſich zu entwickeln ſtrebt, bewirkt die Fortſtrömung durch die Röhre N bis zum obern Theil des Zubers.

Der Zuber P iſt derſelbe als der in Fig. 1; die Wirkungen ſind die gleichen, nur wird er durch Circulation mittels des concentriſchen Keſſels erwärmt.

Die Pumpe beginnt die Benetzung, und bei dem Aufſteigen dient der Konus noch dazu, die Dampfblaſen der Flüſſigkeit zu ſammeln, die durch die obere Röhre des Keſſels herbeigeführt wird, und ſie von derjenigen zu trennen, welche ſchon durch die Stoffe gegangen iſt und welche ihren Druck durch die Zurückführungsröhre ausüben muß.

Der Zuber Q in Fig. 3 hat eine andere Dispoſition; die Pumpe ſteht nur mit der Steigeröhre R in Verbindung, welche ein anderes Rohr S trägt, das mit einem Hahn verſehen iſt und wie die Zurückführungsröhre T mit dem Boden des Zubers verbunden iſt.

Die Operation beginnt damit, daß man die Pumpe bewegt, um die niedrige Temperatur zu bewirken, und der Hahn der Röhre S bleibt während dieſer Zeit offen, um den Boden des Zubers zu erwärmen und den Dampf unter dem Roſt zu benutzen; iſt dann die Aufſteigung auf den Punkt gelangt ſich zu zeigen, ſo ſchließt man dieſen Hahn und die keinen andern Ausweg als durch die Röhre R findende Flüſſigkeit ſchwingt ſich in die Pumpe und verbreitet ſich über die Wäſche.

Fig. 4 ſtellt einen andern Zuber dar, der wie der bei P eingerichtet iſt, mit dem einzigen Unterſchiede jedoch, daß er durch eine Serpentine erwärmt wird, deren Grundriß Fig. 5 zeigt.

Fig. 6 iſt ein Keſſel im Grundriß; man bemerkt das doppelte Rohr U, das für die abwechſelnde Speiſung zweier Zuber eingerichtet iſt.

In Fig. 7 iſt der Roſt eines Zubers im Grundriß dargeſtellt; er beſteht aus ſchmiedeiſernen Stäben, welche verbleit oder bloß galvaniſirt ſind.

Fig. 8 iſt der Durchſchnitt einer zum Heben der Lauge beſtimmten Pumpe; ſie beſteht aus einem Stiefel V, in welchem ſich der Kolben X bewegt, der mit einer Klappe verſehen iſt; dieſer Stiefel hat an ſeinem untern Theil Oeffnungen unter dem äußern Ringe Z, woran der Mantel W

Digitized by Google

gelöthet ist, der an seinem untern Theil die Klappe Y hat. Hebt sich nun der Kolben, so setzt er die Klappe Y in Bewegung und die Flüssigkeit dringt in den Pumpenstiefel durch seine untere Oeffnung und durch die an der Seite befindlichen Oeffnungen.

Wenn die natürliche Steigung eingetreten ist, so muß der Kolben am untern Ende seines Laufes sein, und die die Klappe Y hebende Flüssigkeit tritt durch die Oeffnungen in den Pumpenstiefel.

Obgleich hier nur einige Anordnungen von Apparaten angegeben wurden, welche besonders zum Laugen der Wäsche geeignet sind, so ist es doch selbstverständlich, daß dieses Princip stets mit Nutzen angewendet werden kann, wenn es sich darum handelt die Flüssigkeiten bei niedriger Temperatur zu heben, die nach und nach bis auf 100° steigt; in diesem Falle müssen die Apparate modificirt und für den Zweck passend gemacht werden, den sie hervorbringen sollen.

---

# Vervollkommnung der Mittel und Methoden zum Trocknen des Malzes, des Getreides oder der Wurzeln.

Von Nash in London.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 754.)

Das Trocknen der oben genannten Gegenstände wird durch heißes Wasser bewirkt, das in Röhren circulirt; der Vortheil gegen die gewöhnlichen Methoden besteht in einer sehr bedeutenden Ersparung an Arbeitslohn und Brennmaterial; ferner wird das Malz, das in eine reinliche Kammer anstatt wie bei den gewöhnlichen Apparaten in Schwefel und Staub fällt, beinahe verdoppelt. Nach dem gewöhnlichen System wird der Abfall als Mist verwendet, während er bei dem in Rede stehenden Verfahren zur Nahrung für die Thiere gebraucht wird. Bei der regelmäßigen Wärme, die man nach Belieben reguliren kann, vermag man in derselben Zeit und in demselben Raume mehr Malz zu trocknen; der vollständige Mangel des Schwefels macht, daß die Qualität des Malzes, des Getreides oder der Wurzeln eine bedeutend bessere wird und die Gesundheit der Arbeiter wird nicht angegriffen, wie es jetzt allgemein der Fall ist.

Die Warmwasserröhren können dem Boden, worauf das Malz ausgebreitet ist, mehr oder minder nahe gebracht werden, je nachdem man es vortheilhaft findet; sie können auch an eiserne Träger gehängt oder über dem Boden des Trockenofens aufgestellt werden.

Uebrigens können die nach alten Systemen errichteten Malzöfen mit geringen Kosten nach dem neuen Princip eingerichtet werden.

Das Ale oder jede andere Biergattung, die aus diesem Malze bereitet werden, enthält viel mehr Nahrungsstoff als die mit dem gewöhnlich getrockneten Malze zubereiteten; die gut gemalzte Gerste erzeugt mehr Zuckerstoff, welcher, aus dem guten Malz ausgezogen, dem Brauer zu Gute kommt.

Fig. 10 ist die untere Kammer, welche bei dem gewöhnlichen System mit Gewölben bedeckt, mit einer Feuerung im Centrum versehen und in dem gegenwärtigen Falle eine Kammer zur Zubereitung oder zum Trocknen des Getreides ist.

Fig. 11 ist ein Boden aus Gips oder jedem andern passenden Material, der von Pfeilern getragen wird und zu folgendem Gebrauche dient:

1. eine hinreichende Quantität von Pfeilern aus Ziegeln, Stein, Eisen oder jedem andern tragfähigen Material zur Unterstützung der Decke in Fig. 12 zu tragen;

2. die eisernen durch die Pfeiler gehenden Stangen müssen die Warmwasserröhren unterstützen;

3. sollen hier die Fasern, Wurzeln oder Abfälle aufgenommen werden, die während des Trocknens durch die Löcher fallen.

In Fig. 13 sieht man die eisernen durch die Pfeiler gehenden Stangen, und diese Pfeiler tragen die Warmwasserröhren, die zum Trocknen des Malzes, des Getreides oder der Wurzeln bestimmt sind.

Die ganze Construction (Fig. 15) wird durch eiserne Stangen getragen, welche auf den oben beschriebenen Pfeilern ruhen und in Fig. 12 dargestellt und worüber Dach-

Digitized by Google

ziegel aus Thon, Eiſen oder jedem andern paſſenden Material gelegt ſind. Das Malz, Getreide oder die Wurzeln werden auf dieſen Boden gelegt, um gehörig getrocknet zu werden.

Fig. 14 iſt eine niedrige Conſtruction, die an die Seite des Trockenofens placirt wird und in welcher ein Ofen ſteht, um die Wärme hervorzubringen, die durch die Steigeröhre in die Röhren der Fig. 12 bringt. Dieſe Kammer iſt mit einer Thür verſehen, die mit dem Boden in Fig. 11 in Verbindung ſteht, und durch welche die Abfälle des Malzes herausgenommen werden, wenn es nothwendig iſt.

Fig. 16 iſt die äußere Anſicht eines Trockenofens; Fig. 17 eine obere Anſicht des Trockengeſtelles; Fig. 18 ein Grundriß der Warmwaſſerröhren; Fig. 19 iſt ein Durchſchnitt des Ofens; Fig. 20 eine Anſicht der innern Wand der vordern Mauer der Trockenkammer mit den Steige- und Expanſionsröhren.

Der Trockenofen beſteht aus mehreren Theilen. Die untere Kammer wird zum Ausbreiten oder Trocknen des Getreides verwendet; das Dach dieſer Kammer wird von Pfeilern getragen und die Decke iſt gewölbt oder ſie beſteht aus einer andern ſoliden Conſtruction, ſo daß ſie den Theil des obern Gewichtes trägt, deſſen erſter Theil der Boden der Trockenkammer iſt, welcher von Gips oder einem andern ähnlichen Material hergeſtellt wird.

Auf dieſen Boden wird eine gewiſſe Anzahl von Pfeilern a a aus Ziegeln oder einem andern Material geſtellt; ſie tragen die Balken, worüber die eiſernen Sparren c geſtellt werden, auf welche man die Pfetten für die durchlöcherten Platten, Dachziegeln oder das Drahtgeflecht legt, worüber das Malz, Getreide oder die Wurzeln behufs des Trocknens ausgebreitet werden.

Zwiſchen dieſen Balken und dem Boden liegen die Warmwaſſerröhren d und e mit ihren Stützpunkten oder Trägern. Vier Löcher f f (Fig. 16) an jeder Seite des Ofens dienen zur Ventilation, wenn ſolche für nothwendig befunden wird, und zu gleichem Zwecke ſind vier andere Oeffnungen unter dem Boden der Trockenkammer angebracht. Dieſe Oeffnungen ſtehen in Verbindung mit der Kammer, welche die Warmwaſſerröhren und die Schornſteine enthält; die eingelaſſene Luft dringt durch die durchlöcherten Dachziegel, auf denen das Malz liegt und folglich auch durch deſſen Zwiſchenräume.

Man ſchließt dieſe Oeffnungen mit Kappen, wenn man ſie nicht braucht, und es laſſen ſich erſtere, je nach den Dimenſionen des Ofens, in beliebiger Anzahl anbringen.

Auch iſt ein Mannsloch vorhanden zum Reinigen der Röhren und der Eſſenkammer, ſo wie zum Herausnehmen der Malzabfälle; mittels einer eiſernen Thür wird dieſe Oeffnung geſchloſſen.

Die Warmwaſſerröhren müſſen von den Ablagerungen und Unreinigkeiten, die ſich darin anhäufen, mittels einer Druckpumpe gereinigt werden; man kann dieſe Pumpe überall anbringen, wo man es paſſend findet.

Außerhalb des Ofens befindet ſich die Heizkammer, die in Fig. 16 nur mit punktirten Linien angegeben iſt. Die Wärme geht durch die aufſteigenden Röhren d d und den Schacht. Die Warmwaſſerröhren d d ſind ſo dargeſtellt als gehen ſie an den Seiten der Feuerung gegen den Vordertheil des Ofens und bringen unter dem Boden der Trockenſtube ein.

Fig. 19 gibt eine beſſere Anſicht des Ofens mit den Windungen der von ihm erwärmten Röhren d d, die an jeder Seite des Feuers eine Biegung haben.

Fig. 17 iſt ein Grundriß der Trockenkammer oder des Trockenbodens; a a ſind die Pfeiler zum Tragen der Querſtangen b b, auf welchen die Röhren d d liegen; die Querſtangen c c ſind in entgegengeſetzter Richtung gelegt und tragen die oben erwähnten Balken, worüber die durchlöcherten Dachziegel, Balken oder Metallnetze ihren Platz haben.

Unter den Trägern der Warmwaſſerröhren und von ihnen unterſtützt liegen die Röhren oder Warmeluftkanäle, die man in Fig. 18 bemerkt; es muß erwähnt werden, daß dieſe Kanäle, obſchon ſie angewendet werden können, um die warme Luft zu erhalten, von der man in der Trockenſtube Gebrauch macht, und zur Erſparung des Brennmaterials nicht abſolut nothwendig ſind, um einen Erfolg der Trocknungsmethode mittels Warmwaſſerröhren zu erzielen, und wendet man ſie dennoch an, ſo brauchen ſie nicht in den angegebenen Lagen, ſondern ſo placirt zu werden, wie man es für zweckmäßig findet.

Da dieſe Kanäle die warme Luft aufnehmen und ſie durch die Trockenſtube führen, leiten ſie die angewendete Luft durch eine Röhre h, welche den Ofen mit dem Schornſtein oder Schacht verbindet, und es ſind dieſe Röhren in Fig. 16 mit punktirten Linien und in Fig. 17 und 18 im Grundriß dargeſtellt. In Fig. 20 ſieht man eine Anſicht der Steige- und Expanſionsröhren der Trockenkammer und die innere Anſicht der Mauer der letztern. Das Waſſer wird von dem Ofen nach den Röhren d in der Richtung der Pfeile in die Expanſionskammer J gedrückt und fällt wieder nieder, um die horizontalen Röhren zu füllen.

Digitized by Google

# Vervollkommnung von Heizapparaten.

Von Herrn Staib in Genf.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 754.)

Die Vervollkommnung dieſer Apparate beſteht in folgenden Modificationen der bisher üblichen Feuerungen:

1. Die Feuerung befindet ſich im Innern des Kaſtens ſelbſt, der die Heizfläche bildet und iſt ſo eingerichtet, daß die Verbrennungsproducte, obgleich ſie einen ſehr weiten Raum zum Abzuge haben, genöthigt ſind von dem obern Theile des Apparates nach unten zu circuliren, wodurch die Temperatur regulirt und verhindert wird, daß ſich kein Theil bis zur Rothglühhitze erwärmt, was eine wichtige Bedingung für die Qualität der Luft iſt.

2. Ein Waſſerverdampfungsſyſtem iſt von ſehr ſchneller Wirkung und wird erzeugt durch eine geringe Quantität Waſſer, das auf eine große Fläche in freier Luft vertheilt wird. Dieſer Dampf hat den Zweck, ſich mit der in die zu erwärmenden Räume eingeführten Luft zu vermiſchen und ſie auf den hygrometriſchen Grad der natürlichen Luft zu bringen, deren Temperatur man erreichen will. Dieſe Dampfmenge läßt ſich nach Belieben reguliren und kann bei dem induſtriellen Gebrauch des Apparates ganz wegfallen. Der Ofen hat eine einfache und ſolide Conſtruction, iſt feuerſicher und kann vortheilhaft zum Trocknen aller Arten von Stoffen und andern Subſtanzen verwendet werden.

3. Die Einrichtung des Apparates iſt von der Art, daß Anthracite, Steinkohle oder Kohks, Holz, Torf unter den beſten Verhältniſſen verbrannt werden.

4. Das Rauchabzugsrohr läßt ſich an allen Seiten des Ofens mit Bequemlichkeit anbringen, weßhalb er auch überall aufgeſtellt werden kann, und endlich läßt er ſich auf die einfachſte Weiſe reinigen.

Fig. 1 auf dem anliegenden Blatte iſt ein ſenkrechter Durchſchnitt nach der Linie A B in Fig. 2. Der gußeiſerne Kaſten iſt cannelirt und mit Rippen verſehen und bietet eine große Fläche; er beſteht aus verſchiedenen Theilen: dem Untertheil und den ſenkrechten Seiten. Im untern Theil befindet ſich die Tubulatur für die Rauchröhre; er ruht an den vier Ecken auf Füßen aus Ziegeln oder Hauſtein; die ſenkrechten Seiten ſind durch Bolzen und Schraubenmuttern verbunden, und oben greifen ſie in einen daſelbſt angebrachten Falz ein.

Der Raum zwiſchen den Wänden des Kaſtens und dem gemauerten Mantel kann mit ſchraubenförmig gerollten Blechſtreifen garnirt werden, welche ſchief oder auch anders geſtellt ſind; auch kann man dazu Blechtafeln oder Drahttuch verwenden, überhaupt jede Anordnung treffen, welche den Zweck hat, die Heizfläche zu vergrößern, die der durch den Apparat gehenden Luft geboten wird.

In der Fig. 1 bezeichnen 1 die Füße des Ofens; 2 Rauchröhren, welche jede nach der Localität erforderliche Richtung annehmen und im Innern des gemauerten Mantels ihren Platz haben könnten; 3 den Aſchenfall mit dem Roſt und der Einfaſſung von feuerfeſten Ziegeln, Gußeiſen oder einem andern Material, das geeignet iſt, die Feuerung in dem gußeiſernen Kaſten zu enthalten; 4 innere Röhren für die zu erwärmende Luft. Der Apparat iſt auf einer Seite mit Röhren, auf der andern Seite ohne Röhren dargeſtellt, weil beide Anordnungen zur Anwendung kommen können, auch kann die Anzahl und die Form dieſer Röhren ebenfalls modificirt werden; 5 bezeichnet das Reſervoir für die Verdampfung; 6 Abzug der heißen Luft des Apparates; 7 den Mantel aus Ziegelmauerwerk, deſſen obern Theil man aus Stein herſtellen kann, wenn derſelbe von guter Qualität iſt; 8 Röhre, durch welche die äußere Luft in den obern Theil des Apparates geführt wird, dann zwiſchen den zu dieſem Zweck angebrachten doppelten Mantel geht und in die Oeffnungen am untern Theil des Apparates tritt; 9 Einſtrömung der Luft in den Ofen, eine Anordnung mit oder ohne doppelten Mantel; 10 eine andere Anordnung zur Einſtrömung der Luft in den Ofen durch einen unterirdiſchen Kanal.

Fig. 3 Durchſchnitt des Ofens nach der Linie C D des Grundriſſes; 12 bezeichnet eine kleine Feuerung zur Hervorbringung des Zuges im erſten Moment, die man aber nach Belieben wegnehmen kann, um das Rohr zu reinigen; 13 eine gußeiſerne Platte zur Abſcheidung des Feuerraumes und ein Ende der Roſtſtangen tragend; ſie kann nach Belieben weggenommen werden und es kann dann ein Mann in die Feuerung kriechen, um darin die erforderlichen Reparaturen vorzunehmen; bei Apparaten von kleinern Dimenſionen iſt zu dieſem Zweck eine andere Einrichtung zu treffen; 14 eine andere bewegliche Platte, welche man dann anbringt,

Digitized by Google

wenn der Apparat zum Verbrennen der Brennmaterialien beſtimmt wird, die in ſtarken Schichten auf den Roſt gelegt werden müſſen; ſie trägt einen feuerfeſten Ziegel, der an der Seite der Feuerung niederfällt; wenn dieſer Theil weggenommen wird, ſo kann man in der Feuerung jedes Brennmaterial verbrennen, das eine geringere Stärke auf dem Roſt einnimmt; 15 Speiſeröhren für die Verdampfungsapparate.

Fig. 5 iſt ein Aufriß des Apparates mit oder ohne Mantel; 16 iſt die Thür der kleinen Feuerung zur Belebung des Zuges und auch zur Reinigung der Röhre; 17 die Thür des Aſchenfalles; 18 Stöpſel zur Reinigung, die mit dem Kaſten des Apparates in Verbindung ſtehen; 19 Thüren der Feuerung; 20 Einfaſſung der Thüren bei der Anordnung mit dem doppelten Mantel; 21 Recipienten mit conſtantem Niveau, welche die beiden Reſervoirs ſpeiſen und mit Hähnen verſehen ſind, um nach Belieben die Verdunſtung des Waſſers zu unterdrücken.

Fig. 2 iſt der horizontale Durchſchnitt nach der Linie a b; Fig. 4 desgl. nach der Linie c d; Fig. 6 desgl. nach der Linie e f. Dieſe Grundriſſe ſind mit oder ohne doppelten Mantel, ſo wie mit oder ohne innere Röhren gezeichnet; die Buchſtaben haben gleiche Bedeutung mit denen in den Aufriſſen.

---

# Ein neuer Küchenofen.

Von Jamin in Paris.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 754.)

Dieſer Küchenofen zeichnet ſich hauptſächlich durch die Art der Heizung mit Holzkohle und durch die Anordnung der Feuerung aus, bei welcher die ganze ſich entwickelnde Wärme benutzt wird, was die Weglaſſung einer Eſſe ermöglicht, weil die ganze Wärme im Innern des Ofens abſorbirt wird. Man kann daher den Ofen an jeder beliebigen Stelle einer Küche aufſtellen; auch kann man in demſelben, z. B. bei einer Größe des Apparates von 1m 50 Länge und 0m 60 Breite, ein Diner von ſechs Gerichten in weit kürzerer Zeit herſtellen als bei gewöhnlichen Kochherden.

Fig. 7 iſt eine vordere Anſicht des Ofens; Fig. 8 eine horizontale Anſicht desſelben von oben; Fig. 9 ein ſenkrechter Durchſchnitt nach der Linie 1—2 in Fig. 8; Fig. 4 ein ſenkrechter Durchſchnitt in der Höhe 3—4 in Fig. 9. Aus dieſen Figuren erſieht man, daß der Ofen eine gußeiſerne Platte A hat, in deren Mitte ſich eine durch mehrere Ringe a geſchloſſene Oeffnung befindet; ſie wird getragen von den Ständern C, die von Schmied- oder Gußeiſen ſein können und 0m 05 bis 0m 06 (was ſich nach den Dimenſionen des Ofens richtet) höher ſein können als der die Feuerung bildende Kaſten B, der mit einem Raum D umgeben iſt, in den man mittels eines Trichters oder auf irgend eine andere Weiſe durch die Röhre b Waſſer gießt. Dieſer mit der Feuerung in beſtändiger Berührung ſtehende Raum bildet eine Art von Keſſel mit fortwährend heißem Waſſer, das man nach Belieben mittels des Hahnes c für die Bedürfniſſe der Küche ablaſſen kann.

Unter der Feuerung befindet ſich ein zweiter als Bratofen dienender Raum, der aus Blechtafeln beſteht, welche gebogen ſind, damit die durch den Roſt e fallende Aſche rechts und links in die Schuber f und f' abfallen kann, welche außerhalb mit Regiſtern g verſehen ſind, die wie auch die kleinen Thüren g' (Fig. 7) zur Regulirung des Zuges dienen.

Zur Heizung des Bratofens E dient der Schuber F, wohin man einen der die obere Oeffnung bedeckenden Ringe a legen kann, die ſchon durch ihre Lage beinahe immer glühend heiß ſind. Es ſoll alſo das Feuer oben und der Ring unten mehr als hinreichend ſein, um die größten Stücke Fleiſch, Geflügel, Wild zu braten und das Backwerk für ein großes Haus herzuſtellen.

Damit aber die ganze Hitze des Brennmaterials benutzt werde, hat man rechts und links die beiden Räume G und G' angebracht, welche eines Theils durch die ausſtrahlende Wärme der in der Mitte ſtehenden Feuerung, und anderſeits durch die Paſſage der heißen Luft durch den Kanal H zwiſchen der obern Platte und der Decke h erwärmt werden; die Thätigkeit dieſer heißen Luftſtrömung regulirt man nach Belieben durch die Klappen i, die in Schiebern unter den Oeffnungen I ſich bewegen.

Digitized by Google

Bei dieſer Anordnung ſoll es dem Erfinder gelungen ſein unter der Platte beinahe die ganzen Gaſe zu verbrennen, die aus der Feuerung entweichen, und man ſoll bei dem Abzuge der Luft durch die Oeffnungen I kaum eine geringe Wärme bemerken.

Wenn man es für zweckmäßig erachtet, ſo kann man auf einer Seite (Fig. 8) ein Waſſerbad anbringen; der Kaſten J wird in die obere Platte A eingelaſſen und das Waſſer wird durch die ſtrahlende Wärme und durch die vorüberſtrömende heiße Luft hinlänglich erwärmt werden.

Der unter k befindliche Theil des Ofens wird mit Kaſten K verſehen, die auf Rollen laufen, um ihre Bewegungen zu erleichtern; ſie haben den Zweck der Aufbewahrung von Holz, Löſchkohle, Kohle ꝛc.

---

# Ofen zum Gipsbrennen und zum Wiederbrennen alter Gipsbrocken.

Von Dumesnil in Crécy.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 754.)

Der Gips, welcher in dieſem Ofen gebrannt wird, erhält eine vorzügliche Qualität, eine vollkommene Gleichmäßigkeit des Tones und es findet dabei gleichzeitig eine bedeutende Brennmaterialerſparniß ſtatt; auch kann man den Ofen zur Wiederbelebung alter Gipsbrocken mit einfachem und doppeltem Braude benutzen.

Nach dem Autor iſt das Feuer in dieſem neuen Ofen viel milder und vertheilt ſich beſſer; durch die Milde des Feuers erhält der Gips ſeine beſſeren Eigenſchaften und er kalcinirt ſich nicht, nimmt keine Farbe an und iſt bis ins Innere homogen und ohne Kern. Die Einrichtung iſt ſo getroffen, daß der Rauch ſchon zum Theil im Feuerraum und vollſtändig in den Füchſen verbrannt wird; es verbleibt alſo nur die auf die Maſſe ſtrahlende Wärme. In der Umfangsmauer des Ofens ſind die zur regelmäßigen Vertheilung der Wärme dienenden Oeffnungen, durch welche man, wenn ſie geöffnet werden, bemerken kann, nach welcher Seite ſich der Dampf wendet; auch kann man die Wärme reguliren, indem man dieſe Zuglöcher ſchließt oder öffnet. Zu gleichem Zweck iſt die Eſſe mit einer Klappe verſehen.

Um die Wiederbelebung alter Gipsbrocken oder Gipsmauern zu bewirken, nimmt man pro Kubikmeter Gips 400 Liter Waſſer, dem man 20 Liter feiten ungelöſchten Kalk hinzuſetzt, wodurch man eine ſehr klare Kalkmilch erhält; dann tränkt man den Gips etwa eine Stunde lang in dieſem Waſſer, ſo daß die ganze Feuchtigkeit abſorbirt wird.

Sind die Gipsbrocken auf dieſe Weiſe zubereitet, ſo macht man das Feuer an, das man beiläufig die erſten zwei Stunden hindurch ſehr ſchwach unterhält; dann facht man das Feuer zwei Stunden, höchſtens zwei und eine halbe Stunde hindurch ſehr lebhaft an, worauf die Gipsbrocken weiß werden; eine Stunde ſpäter nimmt man ſie heraus und bringt ſie in die Mühle oder unter die Mahlſteine.

Bei dieſer Wiederbelebungsmethode erhält der Maurer einen vorzüglichen Gips. Man kann dieſelbe Operation mit Alaun ausführen, indem man zwei Kilogrammes davon auf 250 Liter Waſſer pro Kubikmeter alter Gipsbrocken rechnet.

Sollen dieſe Gipsbrocken von ganz vorzüglicher Qualität werden, ſo brennt man ſie in kleinen Quantitäten und doppelt, d. h. daß man, ohne ſie herauszunehmen, das Feuer ausgehen läßt, das eine Stunde thätig war, bloß um ſie zu ſchwärzen, und 1¼ Stunde nach gelöſchtem Feuer gießt man über die im Ofen liegenden Gipsbrocken dieſelbe Quantität Waſſer mit Alaun oder Kalkwaſſer; dann heizt man bis zur Rothglühhitze und bringt ſie in die Mühle.

Fig. 11 und 12 auf Blatt 754 ſtellen den Durchſchnitt und den Grundriß des Ofens dar. Der Gips wird anfänglich durch die in der linken Mauer unter J angedeutete Thür in den Ofen G gebracht; dann vollendet man das Aufgeben durch die Oeffnungen J, durch welche man auch den Grad des Brennens erkennen kann. Das Feuer wird nun in der Feuerung D angemacht, unter welcher ſich der Aſchenfall C befindet; geſpeiſt wird dieſe Feuerung durch den Kanal H, und die davon entweichenden Gaſe ſtrömen, vollſtändig verbrannt, durch den Kanal E in die Glocke F, die mit Oeffnungen verſehen iſt und von der ſich die Wärme gleichmäßig durch die daſelbſt angebrachten Seitenöffnungen unter dem Gips vertheilt.

Durch die Zugkanäle L läßt ſich die Wärme beſſer leiten und vertheilen und die über der Mitte des Ofens ſtehende Eſſe K iſt mit einer Klappe k verſehen, um die Wirkung des Feuers zu mäßigen oder zu beleben.



Digitized by Google

# Apparate zum Meſſen des Waſſers bei Waſſerleitungen.

(Mit Zeichnungen nach Seite 340.)

Wenn eine Stadt durch die Ableitung von einem nahe gelegenen Fluſſe mit Waſſer verſorgt wird, ſo iſt die Möglichkeit vorhanden, für geringe Koſten jedem Hauſe ſo viel Waſſer zu liefern, als deſſen Bewohner zu ihren Bedürfniſſen nothwendig haben. Viele Städte indeſſen genießen eine ſolche Wohlthat nicht, und nur mit Hülfe mächtiger Maſchinen und mit bedeutenden Koſten iſt es im Allgemeinen möglich, jedem Bewohner eine Quantität Waſſer zu verſchaffen, die aber ſeinen Bedarf meiſtens nicht deckt. Die Gewohnheiten des Luxus und des Wohlſeins erſtrecken ſich auch bis auf die kleinſten Städte; die Municipalitätsbehörden müſſen ſich mit zahlreichen Reclamationen beſchäftigen, die an ſie gerichtet werden, um der Waſſernoth abzuhelfen, welche die Bewohner in trockenen Jahren heimſucht. Städte mit geringen Revenüen haben Anleihen contrahiren müſſen, um die Apparate und die Canaliſirung herzuſtellen, welche nothwendig ſind, um jedes Haus mit Waſſer zu verſorgen; andere Städte, an deren Spitzen keine beſonders begabten oder in der Induſtrie nicht bewanderten Männer ſtehen, haben Geſellſchaften zur Erreichung dieſes Zweckes gebildet, denen man für eine gewiſſe Reihe von Jahren die Ermächtigung ertheilt hat, jedem Eigenthümer gegen Erlag eines gewiſſen Betrages die von ihm gewünſchte Quantität Waſſer in ſein Haus zu liefern. Da aber die erſten Herſtellungskoſten ſo wie auch die Ausgaben ſehr bedeutend ſind, welche täglich für die Hebung des Waſſers in die betreffenden Reſervoirs erfordert werden, ſo ſind dieſe Unternehmungen im Allgemeinen bei der ſehr beſchränkten Anzahl von Waſſerabonnenten nicht ſehr einträglich und es iſt daher die größte Oekonomie nothwendig, damit die für das Unternehmen angelegten Capitalien fruchtbringend gemacht werden. Unglücklicherweiſe ſucht man die erſte Oekonomie in der jedem Abonnenten zu verabreichenden Waſſermenge, was eine Menge Klagen und betrügeriſche Verſuche zur Folge hat, den Ausfluß aus den Hähnen zu vermehren.

Die Vertheilung des Waſſers geſchieht im Allgemeinen mittels eines Eich- oder Viſirhahnes, aus dem binnen 24 Stunden eine dem Abonnementspreiſe verhältnißmäßige Waſſermenge fließt, die in ein Reſervoir ſtrömt, das auf Koſten des Eigenthümers errichtet wurde und für den Fall vergrößert werden muß, wenn der letztere ein größeres Bedürfniß an Waſſer hatte. Die Möglichkeit, in jedem Augenblick am Tage oder in der Nacht eine bedeutende Quantität Waſſer zur Verfügung zu haben, bildet eine der hauptſächlichſten Reclamationen der Conceſſionaire; außerdem beklagt ſich derjenige, welcher einen Theil des Jahres mit ſeiner Familie auf dem Lande wohnt, darüber, daß er in ſeinem Stadthauſe eine gewiſſe Quantität Waſſer bezahlt, die er nicht conſumirt.

Eine Menge anderer nicht weniger triftige Gründe liefern den hinlänglichen Beweis, daß die Vertheilungsmethode an die Abonnenten mittels des Eichhahns mangelhaft iſt. Einige Geſellſchaften überlaſſen das Waſſer ihren Conſumenten auf Discretion gegen eine nach der Anzahl der im Hauſe lebenden Perſonen und des Viehſtandes ſich richtende Entſchädigung.

Dieſes Verfahren iſt nicht minder fehlerhaft als das vorhergehende und wird beſonders den Geſellſchaften beſchwerlich, weil der Ausflußhahn entweder aus Nachläſſigkeit oder abſichtlich ſtets offen gehalten wird, ſo daß mehr Waſſer auf die öffentliche Straße fließt als im Hauſe benöthigt wird. Die Bewäſſerung der Gärten iſt für die Geſellſchaften ebenfalls ein ſehr beſchwerlicher Gegenſtand.

Die einzige, die wahre Methode einer rationellen Waſſervertheilung an die Abonnenten iſt die mittels des Waſſermeſſers, durch den man den Zweck erreicht, daß jeder nur diejenige Waſſermenge bezahlt, die er wirklich verbraucht. Es liegt dann im Intereſſe des Abnehmers, daß der Hahn ſeiner Leitung niemals unnütz geöffnet wird, und die Geſellſchaft kann ſicher ſein, daß das von ihren Maſchinen gehobene Waſſer vollſtändig bezahlt wird; iſt ſie wegen der Koſten im Reinen, ſo kann ſie den Verkaufspreis des Waſſers und folglich das Reſultat ihres Unternehmens im voraus beſtimmen.

Aus der nachſtehenden Zuſammenſtellung erſieht man das Verhältniß eines derartigen Unternehmens der Waſſerleitungsgeſellſchaft von Sheffield vor und nach der Einführung des Abonnements durch Waſſermeſſer.

Digitized by Google

| | Abonnementspreis vor der Einführung des Meßapparates | Abonnementspreis nach der Einführung des Meßapparates |
|---|---|---|
| 1 | 1000 Fr. | 26250 Fr. |
| 2 | 1000 „ | 10000 „ |
| 3 | 1250 „ | 11250 „ |
| 4 | 1000 „ | 1950 „ |
| 5 | 875 „ | 1600 „ |
| 6 | 450 „ | 12500 „ |
| 7 | 9125 „ | 12500 „ |
| 8 | 375 „ | 1125 „ |
| 9 | 175 „ | 525 „ |
| 10 | 175 „ | 525 „ |
| 11 | 175 „ | 525 „ |
| 12 | 500 „ | 2375 „ |
| 13 | 300 „ | 2750 „ |
| 14 | 325 „ | 2875 „ |
| 15 | 400 „ | 7500 „ |
| Folglich | 17125 Fr. vor und | 94250 Fr. nach |

der Einführung der Waſſermeſſer.

Wenn das Abonnement durch Waſſermeſſer die zweckmäßigſte Methode iſt, ſo läßt ſie ſich doch nicht ganz leicht ins Werk ſetzen und zwar 1. weil ein Meſſer, ſo einfach er auch ſein möge, theurer iſt als ein Eichhahn; 2. weil es ſeine Schwierigkeiten hat, einen guten Meſſer zu erhalten, und 3. weil ein guter Waſſermeſſer ein oft ſchwierig zu unterhaltendes Inſtrument iſt.

Dieſe Gründe waren die Urſache, daß der Gebrauch der Waſſermeſſer kein allgemeiner wurde.

Der Apparat, welcher in Fig. 1 (nach Seite 340) dargeſtellt iſt, wurde von Siemens erfunden und in Frankreich und England eingeführt, wo eine Menge ſolcher Apparate ausgeführt wurden, jedoch mit einigen Modificationen. Unſere Zeichnung iſt ein ſenkrechter Durchſchnitt durch die Achſe der Einſtrömungs- und der Ausflußöffnungen. Der Apparat beſteht aus einem gußeiſernen Cylinder A A, der durch die Wand B B in zwei gleiche Theile geſchieden iſt; aus einer gußeiſernen Grundplatte C C, die an das Gehäuſe geſchraubt iſt; aus einer gußeiſernen Piece D D, worin die mit einer ſtählernen Spitze verſehene bronzene Stange E eingreift; aus einer Reactionsturbine F, die ſich um die ſtählerne Spitze der Spindel E bewegt; aus einer bronzenen Büchſe, die in die Wand B geſchraubt iſt und das Waſſer in das Centrum der Turbine führt; aus einer Schraube ohne Ende H an der Spindel der Turbine, durch welche einem Uhrſyſtem mit der Platte I die Bewegung mitgetheilt wird; aus einem Oelbehälter J, welcher die Bewegung des Uhrwerks vor der Berührung mit Waſſer ſchützt und es fortwährend im Oel eingetaucht erhält (die Erfahrung hat gelehrt, daß man das Oel weglaſſen kann); aus einem gußeiſernen Theil K, der an den Cylinder A angeſchraubt wird und ſich an die Scheibe I anſchließt; aus einem beweglichen und ſich drehenden Zifferblatt L, das ſeine Bewegung von einem mit dem Uhrſyſtem durch eine Stopfbüchſe in Verbindung ſtehenden Getriebe erhält und ſie auf die Zeiger überträgt, welche die Waſſermenge des Apparats in Litern, Hectolitern und Kubikmetern angibt; aus einer Glasſcheibe M zum Schutz des Zifferblattes und der Zeiger; aus einem kupfernen Kranze N, der an den gußeiſernen Theil K geſchraubt iſt; endlich aus den mit Bügeln verſehenen Röhren O und P, wovon die erſte für den Einfluß, die letztere für den Ausfluß des Waſſers.

Der Gang des Apparates iſt der folgende. Das bei a der Röhre O einſtrömende Waſſer dringt in die Kammer b zur Oeffnung c der Büchſe E, durch die es zu den gekrümmten Schaufeln der Turbine F hinabfällt und dieſe in Bewegung ſetzt, dann aber durch die Oeffnungen der Turbine entweicht und in die b gegenüber liegende Kammer tritt, von wo es durch die Röhre P bei f ausſtrömt. Die der Turbine mitgetheilte Bewegung wird auf das Uhrſyſtem mittels der Schraube ohne Ende, welche die Zahl der Umgänge der Turbine angibt, übertragen. Wenn man den Inhalt dieſer Turbine kennt, ſo ergibt die Zahl der Umgänge, multiplicirt mit dem Volum, die Waſſermenge für eine gegebene Zeit, welche durch die Einrichtung der Räder und Getriebe auf dem Zifferblatte in Litern und Kubikmetern angegeben wird.

Die Seele des Apparats iſt die Turbine, die ſo leicht als möglich conſtruirt ſein muß; ſie beſteht aus zwei miteinander verbundenen und verbleiten kupfernen Theilen, und dreht ſich um die meſſingene mit einer harten Stahlſpitze verſehene Spindel E; die Reibung iſt ſehr ſanft, beſonders wenn der Raum g mit Oel gefüllt iſt; da der Raum d voller Waſſer iſt, ſo wird das Gewicht der Turbine ſehr vermindert.

Die Turbine iſt mit einem Regulator R verſehen, welcher zwei Zwecke erfüllt, denn er mäßigt ihre Wirkung und verhindert durch den Widerſtand der Flügel, daß ſie leer läuft; dann dient er auch zur *Regulirung des Apparats* bei der Zuſammenſetzung.

Der Behälter J enthält das Oel, womit das Uhrſyſtem fortwährend geſchmiert wird; er muß aus feſtem Material von gewiſſer Stärke gemacht werden, denn die



Digitized by Google

Erfahrung hat gelehrt, daß er durch die Waſſerſtöße verbogen werden kann. Von großer Wichtigkeit iſt es, daß ſich der Theil K an den Cylinder A feſt anſchließt.

Die ſich oft wiederholenden Waſſerſtöße können veranlaſſen, daß das Waſſer durch die Stopfbüchſe l ſickert, und es iſt daher zum Abfluß desſelben die Oeffnung h angebracht worden; doch kommt dieſer Uebelſtand meiſtens nur bei ſtarken Drücken vor.

Die Druckſchraube m dient zur Befeſtigung des Deckels N an dem Theil K. Zu verhüten iſt es beſonders, daß die Zeiger des Zählers nicht der Willkühr des Abonnenten preisgegeben ſind. Wenn der Deckel N an den Theil K angeſchraubt wird, ſo wird er durch die Schraube m gehalten und es wird ein Sicherheitsſiegel aufgedrückt.

Wenn der vorſtehend beſchriebene Apparat von ſorgfältig gearbeiteten Theilen zuſammengeſetzt iſt, ſo iſt ſein Gang ſehr regelmäßig und er kann lange Jahre mit großer Genauigkeit arbeiten, ohne der geringſten Reparatur zu bedürfen. Werden aber durch den Gebrauch Theile abgenützt, ſo erſieht man aus der Zeichnung, daß ſie ſich leicht erſetzen laſſen. Beim Setzen des Apparats hat man nur dafür zu ſorgen, daß er eine ſenkrechte Stellung erhält und vor dem Froſt geſichert wird.

In der Fabrikſtadt Sheffield allein wurden mehrere tauſende des hier beſchriebenen Waſſermeſſers angebracht.

Der in Fig. 2 dargeſtellte Apparat kann in allen Dimenſionen entweder als Waſſerverſorgungsreſervoir für Fabriken oder als Brunnen für den Dienſt einer Beſitzung, eines Hauſes oder nur verſchiedener Wohnungen eines Hauſes conſtruirt werden. Die Indicatoren des Apparates ſind offen, damit ſie dem Conſumenten ſtets vor Augen ſind. Die innern Theile des Meſſers ſind nur mittels eines Schlüſſels zugänglich, der in der Verwahrung der betreffenden Verwaltung bleibt.

Aus dem Reſervoir kann auch nicht die geringſte Waſſermenge gelaſſen werden, ohne daß ſie vorher gemeſſen iſt. Der Conſument kann bei vorkommendem Bedürfniß Waſſer in den Apparat gelangen laſſen und er kann nach Belieben das Reſervoir füllen und entleeren, da die ausſtrömende Waſſermenge aufs Genaueſte markirt wird.

Der Apparat iſt ſo eingerichtet, daß während der Periode des Füllens kein Ausfluß des Waſſers ſtattfinden kann und eben ſo muß während des Ausſtrömens die Einſtrömung des Waſſers in das Reſervoir unterbleiben. Hierin beſteht eben die Sicherheit für die Adminiſtration, welche die Meßapparate nicht unter ihrer unmittelbaren Aufſicht haben kann.

Wenn ein Hauseigenthümer eine Waſſerconceſſion nimmt, ſo kann er in ſeinem Hofe ein Reſervoir mit Meßapparat aufſtellen, von welchem ſich jeder Miether mit Waſſer verſorgt, oder aber er bringt dieſes Reſervoir in dem letzten Stocke ſeines Hauſes an und verſorgt jede Haushaltung mittels eines niedergehenden Rohres, an welchem die für jede Haushaltung erforderlichen Zweigröhren angebracht ſind. Es kann aber auch jeder Miether für ſeinen eigenen Gebrauch einen kleinen Meßapparat haben, der ihm als Brunnen dient; er kann alſo auf dieſe Weiſe directer Conceſſionair der Adminiſtration ſein. Da die Füllung des Meßreſervoirs auf Discretion durch den Conceſſionair geſchieht, ſo haben ſich die Inſpectoren der Adminiſtration nur mit der Reviſion der von den Indicatoren angegebenen Zahlen und mit der guten Inſtandhaltung der Apparate zu beſchäftigen.

Jedesmal, wenn eine Abonnementsrechnung mit dem Conceſſionair nach der Conſumtion einer gewiſſen Quantität oder nach einer beſtimmten Zeit geregelt wird, müſſen alle Zeiger des Indicators auf Null zurückgeführt werden, um eine neue Beſtimmung der Waſſermenge zu beginnen. Dieſe Operation kann nur von dem Beamten der Verwaltung vorgenommen werden.

Der ſehr große Uebelſtand der beſtehenden Methode wird dadurch veranlaßt, daß die Vertheilung auf eine gleichmäßige Weiſe in beſtimmter Zeit und in regelmäßigen Perioden bewirkt wird. Indeſſen iſt der Bedarf des Waſſers in den Wohnungen gewöhnlich ſehr veränderlich, und es iſt daher wichtig, dieſen Bedürfniſſen Rechnung zu tragen. Der Gebrauch eines Waſſermeſſers, durch den man nach Belieben Waſſer erhält, iſt offenbar die einzige Urſache, dieſen Zweck zu erreichen, denn er geſtattet der Adminiſtration, die Vertheilungshähne der Leitung ſtets geöffnet zu halten und die Eichhähne abzuſchaffen, bei welchen man unter gewiſſen Verhältniſſen nur eine ſehr geringe Waſſermenge auf einmal erhalten kann.

Der in Fig. 2 im Durchſchnitt dargeſtellte Apparat beſteht aus einem Reſervoir A von cylindriſcher oder rechtwinkeliger Form nach ſeiner ganzen Höhe, in deſſen Innern ein Schwimmer B angebracht iſt, welcher ſich frei auf- und niederbewegt, indem er regelmäßig dem Waſſerſtande folgt. Der Schwimmer iſt mit einer galvaniſirten Kette C verbunden, die über eine feſte Rolle t geht, deren Kappe an dem Boden des Gefäßes A befeſtigt iſt; auf der andern

Digitized by Google

Seite geht ſie über eine Rolle a', die mit einem Zahnrade verſehen iſt, welches die Räder eines Syſtems von Zifferblättern in Bewegung ſetzt, woran ſich die Zeiger eines Zählapparates D befinden.

Der Zeiger des erſten Zifferblattes rechts empfängt die Wirkung des Schwimmers und die Bewegung wird nach und nach von einem Zeiger zum andern mittels eines Zahnwerkes übertragen, das in dem Verhältniß wie 1 zu 10 eingerichtet iſt, ſo daß das erſte Zifferblatt die Einheiten, das zweite die Zehner, das dritte die Hunderter, das vierte die Tauſender u. ſ. w. angibt, wenn man die Anzahl der Zifferblätter vermehrt.

Durch eine Ausrückungsvorrichtung bewegen ſich die Zeiger in der Richtung der Angabe des Schwimmers durch das Niedergehen desſelben; ſteigt die letztere aber, ſo bleiben ſie ſtehen.

Das Waſſer wird mittels des an der Speiſeröhre F angebrachten Hahnes b in das Reſervoir eingelaſſen; das Waſſer läßt man durch den Hahn d oder der Fallröhre H aus. So klein auch die ausſtrömende Waſſermenge ſein möge, ſo wirkt ſie doch kräftig auf den Schwimmer, was an den Zifferblättern genau angegeben wird.

Wenn der Hebel n des Hahnes b in der in Fig. 2 angegebenen Richtung gedreht wird, ſo füllt ſich das Reſervoir durch die Röhre F und während dieſer Zeit kann das Ausſtrömen des Waſſers weder durch den Hahn d noch durch die Abfallröhre H ſtattfinden. Wird der Heber n in einer andern Richtung gedreht, ſo kann das durch die Röhre e durch den Hahn d oder die Abfallröhre H aus dem Reſervoir fließen, und es iſt während dieſer Zeit das Einſtrömen des Waſſers durch die Speiſeröhre F unterbrochen; es iſt zu bemerken, daß der Bewegungshebel n und der Hahn d an der äußern Wand des Gefäßes A angebracht ſind.

Ein Hahn a, den der Schwimmer beim Aufſteigen durch den Hebel f ſchließt, iſt am obern Theil der Speiſeröhre im Innern des Reſervoirs angebracht, um das Einſtrömen des Waſſers zu verhindern, wenn das letztere gefüllt iſt.

Alle Zeiger der Zifferblätter ſind mit bloßer Reibung an ihren Achſen befeſtigt und können mittels einer Schraubenmutter angezogen werden, um ſie auf die Nullpunkte zurückzuführen, damit man für eine zu beſtimmende Waſſermenge den Anfangspunkt hat. Die den Mechanismus der Zifferblätter bedeckende Klappe iſt mit einer mit Glas bedeckten Oeffnung verſehen, um die von den Indicatoren angegebenen Zahlen beobachten zu können.



Um das Innere leichter unterſuchen zu können, um es entweder zu reinigen oder Reparaturen darin vorzunehmen, iſt der Deckel mit einem Charnier befeſtigt und kann mit einem Schlüſſel h oder durch ein Vorlegeſchloß geſchloſſen werden.

Wenn es beim Betrieb einer Fabrik nothwendig wäre, Meßapparate zu haben, welche das Waſſer in ununterbrochener, d. h. ohne die durch die Füllung des Reſervoirs veranlaßte Lücke, heben müſſen, ſo können Apparate mit doppelter Wirkung angebracht werden, deren Reſervoirs aus zwei Abtheilungen und zwei Schwimmern beſtehen, die mit einem einzigen Indicator in Verbindung ſind.

In Fig. 3 und 4 iſt ein Meßapparat dargeſtellt, der nur einen Bruchtheil des ausgeſtrömten Waſſers aufnimmt, nach welchem man das ganze Volum berechnen kann. Fig. 4 zeigt dieſen Waſſermeſſer im ſenkrechten Durchſchnitt durch die Mitte des den Apparat enthaltenden Raumes; Fig. 3 iſt eine Anſicht von oben bei weggenommenem Deckel.

Der Apparat beſteht aus zwei Theilen; einem Vertheiler und dem eigentlichen Meſſer. Der erſtere enthält ein gußeiſernes Gefäß A, worin ſich die Waſſerzuleitungsröhre C befindet, die mit einem Hahn d verſehen iſt, durch den man das Einſtrömen unterbrechen kann, wenn die Reinigung des Apparats es nothwendig macht. Ein Boden b iſt mit einer Anzahl von Löchern, 75 z. B., verſehen und am Boden dieſes Gefäßes angebracht, und über ſeine glatt zugerichtete Fläche bewegt ſich mittels einer Stange e und eines Hebels f, ein Schieber b', welcher ebenfalls mit Löchern verſehen iſt, die denen der Grundplatte des Gefäßes vollſtändig correſpondiren. Außer dieſen Löchern für den regelmäßigen Abfluß hat die Grundplatte des Gefäßes ein Loch h von demſelben Durchmeſſer, das die Function eines Einheitsmaßes vertritt, das in eine beſondere Röhre e mündet. Damit aber keine fremden Körper auf den Boden des Recipienten A kommen können, iſt er in zwei Theile geſchieden durch eine Metallplatte x, die unter einem gewiſſen Winkel angebracht iſt, und auf welche das einſtrömende Waſſer fällt.

Dieſer ganze Waſſereinſtrömungsapparat iſt an den rechtwinkligen gußeiſernen Kaſten D befeſtigt, worin ſich der eigentliche Meßapparat befindet, welcher aus einem Kaſten in zwei Abtheilungen E und E' von gleicher Größe beſteht und von einer beweglichen Welle l getragen wird. Jede dieſer Abtheilungen enthält einen hohlen Schwimmer n n' von Blech, der an einer Röhre befeſtigt iſt, die durch eine centrale Stange geführt wird, ſo daß ſie ſich durch den Einfluß der Flüſſigkeit heben kann.



Digitized by Google

An dem obern Theil dieſes doppelten beweglichen Gefäßes E und E' iſt eine Art von Sperrung j angebracht, die von der Querſtange y getragen wird. In die an dieſer Querſtange angebrachten Falze legen ſich abwechſelnd die Hebedaumen m und m', die darin durch ihr eigenes Gewicht eingreifen und folglich abwechſelnd jeden Raum E oder E' unter der Einflußröhre c erhalten. Die Boden dieſer beiden Abtheilungen ſind mit Ventilen s und s' verſehen, welche ſich bei der ſchaukelnden Bewegung der Kaſten öffnen, indem ſie ſich abwechſelnd auf die feſten Stangen v und v' ſtützen, die von Winkeleiſen getragen werden, welche ebenfalls mit kleinen Schrauben x und x' verſehen ſind, durch welche die ſchaukelnde Bewegung des Kaſtens begrenzt wird.

Die wiederholten Oscillationen dieſes Kaſtens werden dem Meſſer durch die Zapfenwelle l mitgetheilt, woran ein kleiner Hebel befeſtigt iſt, der eine Stange t in Bewegung ſetzt, welche eine Klinke u oscillirt, die auf ein Sperrrad r wirkt, das von der Achſe eines Zahnrades getragen wird, das die übrigen Räder des Zählapparats bewegt. Das Rad r mit 100 Zähnen durchläuft eine dieſer Theilungen in zwei Pulſationen ſeiner Klinke, und da jede Abtheilung E und E' 5 Liter enthält, ſo ſtellt jeder Zahn des Sperrrades 10 Liter und ſeine vollſtändige Umdrehung 10 Hectoliter, das zweite Zifferblatt r' 100 Hectoliter und das dritte r² 1000 Hectoliter dar.

Nach dieſer Darſtellung iſt das Spiel dieſes Apparats leicht verſtändlich. Wird z. B. der Boden b in directe Verbindung geſetzt, ſo daß ſeine Oeffnungen mit denen am Boden des Kaſtens A correſpondiren, ſo fließt das Waſſer durch die Abzugsröhre B und durch die 75 Oeffnungen der Platte b in eine der Abtheilungen E und E' durch die einzige Oeffnung h der Röhre c. Iſt eine dieſer Abtheilungen gefüllt, ſo hebt ſich ihr Schwimmer allmählig bis an das Ende ſeiner Aufſteigung und hebt die correſpondirenden Klinken m und m' aus, das Gefäß ſchaukelt, und bei dieſer Bewegung legt ſich das Ventil s oder s' gegen eine der Knaggen v oder v'; das Gefäß leert ſich alsdann, während das andere, das durch die umgekehrte Einklinkung unter der Abflußröhre gehalten wird, ſich anfüllt, um dann wie die vorigen zu ſchaukeln und folglich die zweite Pulſation hervorbringt, welche für die Fortrückung eines Zahns des Rades r nothwendig iſt.

Die ausgeſtrömte Waſſermenge wird alſo hier durch 75 + 1 Volum dargeſtellt, und da in dem in Rede ſtehenden Apparat die Abflußeinheit 10 Liter für zwei Pulſationen von je 5 Liter entſpricht, ſo werden bei einer Umdrehung von einem Zahn 760 Liter abgefloſſen ſein. Dieſe Anzahl von Löchern iſt begreiflicher Weiſe willkührlich und kann mit 100,300,500 oder 1000 je nach den Quantitäten, die man durch den Apparat ſtrömen laſſen will, angenommen werden.

Bei dieſem Apparat kann die Druckhöhe keine Veranlaſſung zu Irrthümern geben, weil der numeriſche Zähler nur nach den Pulſationen wirkt, die dem Sperrrade durch das Schaukeln der Gefäße übertragen werden.

Wenn man dieſen Apparat gebrauchen ſollte, um das Waſſer zu meſſen, bevor es ſich in die Stockwerke eines Hauſes erhebt, während ſich der Apparat unten befindet, ſo müßten die Röhren B und C miteinander bis auf dieſelbe Höhe gehen und die erſte müßte ihr Waſſer in ein zu dieſem Zweck aufgeſtelltes Reſervoir ergießen und das zweite es in den Meßapparat leiten. Vortheilhafter aber würde es ſein in jedem Stockwerk einen Vertheiler anzubringen, in welchem Falle man nur das durch die ſtarke Röhre fließende Waſſer erhalten würde, während das durch die kleine Röhre fließende in einen Meſſer fällt, der allen Vertheilern gemeinſchaftlich und unten im Hauſe angebracht iſt.

Bei der Verwendung in Deſtillations- und Eſſigfabriken könnte der Apparat bedeutend vereinfacht werden; man brauchte nur den Receptor beizubehalten und die oscillirenden Koſten und die numeriſchen Indicatoren wegzulaſſen. Dem Vertheiler c müßte man einen Trichter geben und mittels eines Eichmaßes oder eines eingetheilten Recipienten, der die aus dem einzigen Loche ſtrömende Flüſſigkeit aufnimmt, würde man leicht die Quantität kennen lernen, die durch die beſonderen Oeffnungen gefloſſen iſt.

Digitized by Google

# Apparate zum Wassermessen

Fig. 1.

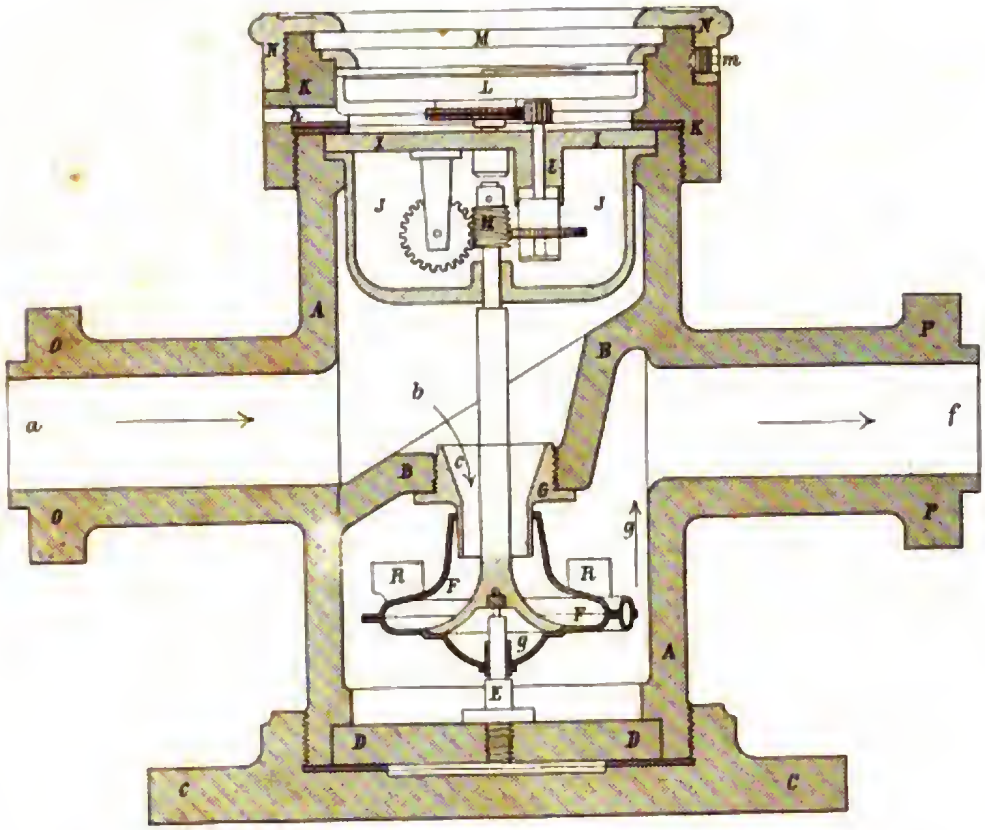



Fig. 2.

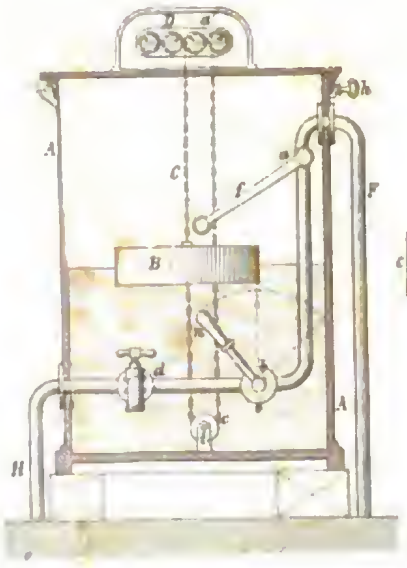



Fig. 3.

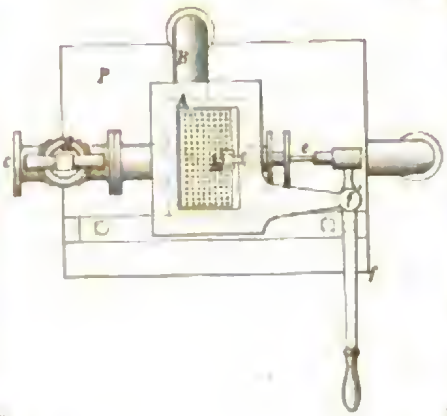
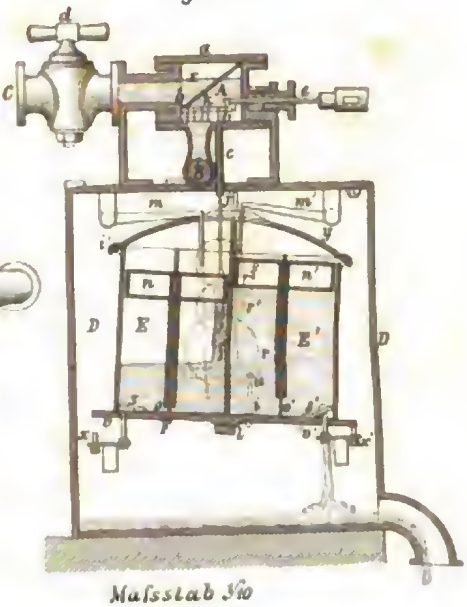



Fig. 4.




Maßstab No

Allgem Bauzeitung. 1865

Digitized by Google

Digitized by Google

image
not
available

image
not
available

Digitized by Google